

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 99 стр., 51 назв., 46 табл., 7 рис. Библиография содержит 11 источников.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из чугунов со специальными свойствами с годовым выпуском 28000 тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления «Корпус редуктора».

В процессе работы проводился анализ требований, предъявляемых к отливке.

В результате работы разработан технологический процесс изготовления отливки из заданного сплава, проведено его технико- экономическое обоснование.

Разработанная технология изготовления отливки обеспечивает основные требуемые эксплуатационные характеристики деталей.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разработал	Кардаков Д.Н.				Проект литейного цеха по изготовлению отливок из чугунов со специальными свойствами производительностью 28000 тонн в год	Литер	Лист	Листов
Руководитель	Ведерников М.В.					У		
						ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО каф. МСП гр. НТ-41 1сЛП		
Н.контроль	Категоренко Ю.И.							
Утвердил	Гузанов Б.Н.							

ВВЕДЕНИЕ

Литейное производство России является основной заготовительной базой металлургических и машиностроительных заводов. Его значение в народном хозяйстве чрезвычайно велико: почти все машины и приборы имеют литые детали. Нет такой отрасли машиностроения, приборостроения, строительства, где не применялись бы отливки.

В ряде отраслей машиностроительной промышленности вес литых деталей составляет 60-90% от веса машины. Это объясняется тем, что литье - наиболее простой и дешевый способ получения заготовок. Характерной его особенностью является универсальность, т.е. возможность получать самые разнообразные по конструкции и техническим свойствам отливки из чугуна, стали и цветных сплавов. В современных литейных цехах получают сложные отливки со стенками толщиной от 2 до 500 мм, весом от 5 г до 300 т и размерами от 1 см до 20 м.

В настоящее время литейные цеха находятся в структуре металлургических и машиностроительных предприятий и производят отливки для собственных нужд.

Выпуск отливок из черных и цветных сплавов металлургическими и машиностроительными предприятиями России на 2003г. (по экспертной оценке) составил около 6250 тыс. т, в том числе из чугуна – 4500 тыс. т, стали – 1200 тыс. т, цветных сплавов – 800 тыс.т.

Количество действующих литейных заводов и цехов в машиностроении, в том числе выпускающих литейные материалы оборудование, составляет около 1250 ед., загрузка которых в среднем достигает лишь около 30%.

Сейчас в литейном производстве металлургии и машиностроения занято около 300 тыс. человек, в том числе около 78% рабочих, 14% инженерных и 8% научных работников. Выпуск отливок на одного работающего составляет 20,8 т/год.

Серьезной проблемой литейного производства остается экология, так как при выплавке и внепечной обработке литейных сплавов, изготовлении форм и стержней, заливке и выбивке литейных форм, очистке отливок выделяется значительное

количество пыли и вредных газов, которые отрицательно влияют на здоровье работников.

Например, при производстве одной тонны отливок из черных сплавов выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксида углерода, 1,5- 2 кг оксида серы.

В литейном производстве долгое время не уделялось должное внимание решению экологических проблем, что привело к закрытию некоторых металлургических предприятий, Многие города, в которых расположены крупные металлургические комплексы, сегодня объявлены зонами экологического бедствия.

Отсутствие новых технологий приводит к снижению уровня рентабельности и увеличению материальных, энергетических затрат и стоимости продукции.

Наиболее перспективными направлениями развития литейного производства, снижающими экологическую опасность, являются: разработка и освоение экологически безопасных и безотходных технологических процессов и оборудования, применение регенерации отработанных смесей на местах их образования с возвратом (до 95%) в производство, утилизация твердых отходов и использование их в дорожном строительстве.

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В состав проектируемого цеха входят:

- Производственные отделения и участки, к ним относятся: плавильное, формовочно-заливочно-выбивное, смесеприготовительное, стержневое;
- Вспомогательные участки и отделения, к ним относятся участок навески шихты, участок ремонта ковшей, ремонтные мастерские и различные лаборатории;
- Склады шихты, опок, стержней, модельной оснастки, приспособлений, инструмента;
- Службы цеха.

Цех и его литейные участки по типу производства относятся к смешанной серийности производства.

На одном участке имеется массовое (производство изложниц), крупносерийное (производство надставок), серийное и единичное (ремонтные детали). Масса изготавливаемых отливок колеблется в пределах от нескольких килограмм до 12,5 т.

1.1. Производственная программа.

Для расчета основного оборудования необходимо составить производственную программу. Точная программа применяется при проектировании литейных цехов с устойчивой и ограниченной номенклатурой литья. Расчеты в этом случае удобно вести по таблицам. Производственные программы выпуска отливок из чугуна приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Производственная программа выпуска отливок из чугуна

Наименование	Марка металла	Вес отливки, т.	Годовая программа, шт.	Общий вес на программу, т
Упор	СЧ20	0,05	4000	200
Крышка	СЧ20	0,15	4000	600
Карета	СЧ20	0,15	4000	600
Башмак	СЧ20	0,15	4000	600
Решетка	СЧ20	0,20	4000	800
Опора	СЧ20	0,25	5000	1250
Рама	СЧ20	0,30	5000	1500
Кокиль	СЧ20	0,30	5000	1500
Корпус	СЧ20	0,50	7500	3750
Задвижка	СЧ20	0,50	5000	2500
Станина	СЧ20	1,50	5000	7500
Надставка	СЧ20	1,80	4000	7200
Всего	-	-	56500	28000

1.2. Режим работы цеха.

По односменному графику работы и пятидневной рабочей неделе работают ремонтно-механические мастерские и планово – расчетные отделы. Участки стального и чугунного литья работают по трехбригадному трехсменному графику работы по пятидневной рабочей неделе и 8 – часовой рабочей смене. Участок цветного литья работает по односменному графику работы при 5 – дневной рабочей неделе.

Объем производства чугунного литья составляет 28000 т/год. Изготовление данного литья производится методом ручной, пескометной формовки и литья в кокиль.

1.3. Расчёт фонда времени.

Вычисляем календарный фонд времени для трехбригадного трехсменного графика работы по пятидневной рабочей неделе и 8-часовой рабочей смене по формуле (1.1).

$$T_k = (D \cdot n) \quad (1.1)$$

где D – число дней в году;

n – число рабочих часов в сутки, ч.

$$T_k = (365 \cdot 24) = 8760 \text{ ч./год.}$$

Календарный фонд времени одной бригады составляет 2920 ч.

Вычисляем номинальный фонд времени, при котором должны работать оборудование и рабочие без потерь по формуле (1.2).

$$T_n = (T_k - P), \quad (1.2)$$

где P – время которое приходится на выходные и праздничные дни ч./год.

$$T_n = (8760 - 2736) = 6024 \text{ ч./год.}$$

Вычисляем действительный фонд работы оборудования при трехбригадном трехсменном графике работы по пятидневной рабочей неделе и 8-часовой рабочей смене по формуле (1.3). Действительный годовой фонд времени равен номинальному за вычетом потерь. Плановые потери для оборудования – это время на проведение капитальных, средних и планово предупредительных ремонтов. Плановые потери времени для рабочих связаны с отпусками, отпусками по учебе, болезнями, отпусками по беременности, с кормлением грудных детей, сокращенным днем для подростков. Расчетное количество оборудования определяется по эффективному фонду времени.

$$T_d = (T_n - \Pi), \quad (1.3)$$

где Π – время на капитальные ремонты и текущие простои ч./год.

$$T_d = (6024 - 1128) = 4896 \text{ ч./год.}$$

Действительный фонд рабочего времени оборудования при односменном графике работы по пятидневной рабочей неделе и 8 - часовой рабочей смене составляет 1632 ч. Результаты расчетов занесены в табл.1.2.

Таблица 1.2

Фонд времени работы оборудования

Режим работы	Годовой фонд времени		
	Тк, ч.	Тн, ч.	Тд, ч.
Трехбригадный трехсменный график работы по пятидневной рабочей недели и 8-часовой рабочей смене.	8760	6024	4896
Односменный график работы по пятидневной рабочей неделе и 8-часовой рабочей смене.	2920	2008	1632

1.4. Проектирование плавильного отделения.

Расчет плавильного отделения начинается с расчета металлозавалки по маркам сплава. Вес металлозавалки определяется из веса годного литья на программу, веса металла литниковых систем, расхода металла на угар и безвозвратных потерь.

В данном литейном цехе будет выплавляться серый чугун марки: СЧ20.

Составляем баланс металла и определяем объем металлозавалки (табл.1.3).

Таблица 1.3

Ведомость баланса металла

Статьи баланса металла	Чугун	
	т	%
Годные отливки	28000	66
Литники, прибыли	9200	22
Сливы и сплески	1900	5
Брак (общий)	900	2
Жидкий металл	40000	95
Угар (безвозвратные потери)	2200	5
Металлозавалка	42200	100

Определяем годовое количество жидкого металла (1.9)

$$Q = Q_{\Gamma} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{б}} + Q_{\text{н}}, \quad (1.9)$$

где Q_{Γ} – вес годного литья на программу, т;

Q_l – расход металла на литниковые системы и прибыли, т;

Q_c – расход металла на сливы и сплески, т;

Q_b – расход металла на бракованное литье, т;

Q_n – расход металла на безвозвратные потери, угар, т;

$$Q = 28000 + 9200 + 1900 + 900 + 2200 = 42200 \text{ т}$$

При проектировании литейных цехов сравнительно небольшой мощности лучшими агрегатами для выплавки чугуна являются индукционные печи.

Индукционная печь представляет собой своеобразный воздушный трансформатор, у которого первичной обмоткой является водоохлаждаемая катушка-индуктор, а вторичной и одновременно нагрузкой является находящийся в тигле металл. Нагрев и расплавление происходит за счет протекающих в металле токов, которые возникают под воздействием электромагнитного поля, создаваемого индуктором. При этом возникают также электродинамические силы, которые создают интенсивное перемешивание, обеспечивая равномерность температуры и однородность расплавленного металла.

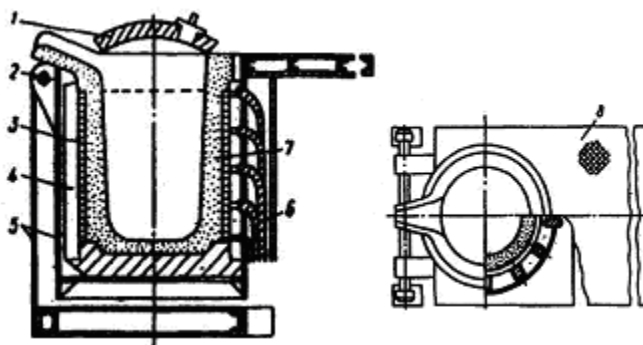
Установка печи состоит, собственно, из электропечи и комплекта оборудования необходимого для ее работы.

Электропечь состоит из следующих сборочных единиц: установки индуктора, поворотной рамы, опорной рамы, крышки с механизмом и двух плунжеров.

Установка индуктора состоит из индуктора, магнитопроводов, сварного корпуса, футеровки подины, набивного тигля и верхнего футеровочного пояса-воротника. Индуктор состоит из двух катушек - рабочей и холостой. К рабочей катушке подводится напряжение, она передает энергию металлу в тигле. Тигель печи выполняется из набивной огнеупорной массы специального состава.

Рабочее пространство печи закрывается футерованной крышкой (рис. 1), имеющей гидравлический привод. Открывание и закрывание крышки производится с пульта управления.

Схема индукционной печи типа ИЧТ - 10



1- крышка; 2 - узел поворота; 3 - индуктор; 4- магнитопроводы; 5 - металлоконструкции; 6- подводы водяного охлаждения; 7 - тигель; 8- площадка.

Рисунок 1

Слив расплавленного металла осуществляется путем наклона печи в одну сторону на любой угол до 100° с помощью двух гидравлических плунжеров. Для привода механизма открывания крышки и механизма наклона печи масло поступает от маслонапорной установки высокого давления через специальную гидравлическую панель.

Измерение температуры металла производится в конце плавки и с помощью кратковременного погружения термопары.

Плавка чугуна в тигельных индукционных печах промышленной частоты имеет ряд преимуществ:

- возможность получения точного химического состава,
- низкий угар элементов, высокий перегрев металла,
- возможность использования в шихте большого количества стальных отходов и стружки,
- улучшаются условия труда, так как обслуживающий персонал не подвергается вредным воздействиям тепла, шума, пыли.

Расчет плавильных агрегатов проводим по жидкому металлу. Количество печей на годовую программу рассчитываем по формуле:

$$n = \frac{Q \cdot k_H}{\Phi_d \cdot q},$$

где n - количество печей, шт;

Q - потребное количество жидкого металла, т/г;

k_H - коэффициент неравномерной потребления жидкого металла, равный для серийного и мелкосерийного 1,1-1,3;

Φ_d - действительный годовой фонд работы печи, ч;

q - производительность печи, т/ч.

Расчетное количество печей ИЧТ-10:

$$n = \frac{42200 \cdot 1,2}{4512 \cdot 2,94} = 3,18 \text{шт.}$$

Принимаем для плавки чугуна СЧ20 – 4 печи ИТЧ-10.

Коэффициент загрузки плавильного оборудования обеспечивает нормальную работу плавильного отделения, $k_3 = [0,7; 0,85]$:

$$k_3 = \frac{n_1}{n_2},$$

где n_1 - количество оборудования, полученное по расчету, шт.;

n_2 - количество оборудования, принятое в проекте, шт.

$$k_3 = \frac{3,18}{4} = 0,795.$$

Возле печей устанавливаем миксеры для выравнивания металла по химическому составу и для выдержки металла применяем три индукционных канальных миксера ИЧТМ-10 для сплава СЧ20.

Техническая характеристика печей приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Характеристики индукционных тигельных печей и электромиксеров для плавки, перегрева и выдержки чугуна.

Параметры печей	Тип печей	
	ИЧТ-10	ИЧТМ-10
Емкость тигля, т	10	10
Мощность трансформатора, кВт	2500	1300
Потребляемая мощность, кВт	2285	600
Производительность, т/ч	2,94	-
Продолжительность плавки, ч	3,4	-
Расчетная производительность при перегреве на 100 0С, т/ч	-	перегрев 1300-1400
Расход электроэнергии при перегреве на 100 0С, кВт	-	13
Рабочая температура, 0С	1400	50
Расход охлаждающей воды, м3/ч	28	8
Общий вес печи с жидким металлом, т	41	35,7

Перед каждой плавкой необходимо произвести осмотр тигля. Тигель не должен иметь трещин, выпуклостей, провалов. Износ стенок тигля не должен превышать 30 %. Шихтовые материалы взвешивают на весах с пределом взвешивания 0-150 кг. На дно тигля укладывают мелкие куски шихты, электродный бой и бой стекла. Чушки стального лома во избежание зависания и образования мостов загружают в вертикальном положении. После загрузки шихты приступают к расплавлению, для чего включают печь, устанавливают режим работы. Расплавление ведут с максимальной скоростью, включив печь на максимальную мощность.

Крупные куски лома стального рекомендуется загружать после того, как количество расплавленного металла будет достаточно для полного погружения крупных кусков лома во избежание зависания. Крупные куски перед загрузкой в печь подогревают на краю тигля в течение 10-15 минут.

Все операции, связанные с дозагрузкой шихты, производят, прикрывая тигель

листом асбестокартона, во избежание потерь теплоты и выплеска металла.

В расплавленный металл загружают при необходимости ферросплавы, затем нагревают расплав до температуры 1530-1550 °С. Замер температуры производят термопарой.

При достижении заданной температуры печь отключают, производят выдержку чугуна в течение 5-10 минут и выпускают металл в ковш. Температура выпуска чугуна из печи 1520-1540 °С.

Перед заливкой металла в формы снимают шлак с зеркала металла в печи. При выпуске металла из печи производят модифицирование. Перед модифицированием чугуна на дно пустого ковша к стенке, противоположной сливному носку, загружают модификатор и прикрывают листом железа толщиной 1-3 мм, вырезанного по контуру днища ковша.

Ковш разворачивают так, чтобы струя металла из печи попадала в основание сливного носка, затем при заполнении ковша на 1/2 объема, не прерывая струю, вводят при необходимости ферросилиций в количестве 0,2-0,3 % от массы металла. Допускается производить модифицирование металла на струе.

После заполнения ковша производят замешивание лигатуры и снимают шлак с поверхности металла. Для качественного удаления шлака поверхность металла покрывают боем стекла 0,1-0,5 % от массы металла.

Заливку форм производят непрерывной струей. Литниковую чашу держат заполненной, чтобы избежать попадания шлака в форму и спаев на отливке. При заливке носок ковша располагают над чашей на высоте не более 200 мм. В начале заливки при полном объеме металла в ковше допускается высота струи до 400 мм. Остаток металла из ковша сливают в изложницу.

Определение химического состава производится для корректировки состава шихты. Отбор проб на механические испытания производят от партии отливок одной плавки.

В цехе применяется одна марка чугуна - СЧ20. Для конструкционных чугунов важнейшим является механические свойства, а определяющим - временное сопротивление при растяжении.

Серый чугун с пластинчатым графитом является наилучшим литейным сплавом. Благодаря высоким литейным свойствам из него можно получать отливки различных размеров, массы и конфигурации без прибылей или с малыми прибылями с наибольшим выходом годного литья.

Технология изготовления отливок из серого чугуна отличается простотой, высокими технико-экономическими показателями, не требует дефицитных материалов и больших энергозатрат.

Состав шихты должен обеспечить получение качественного металла заданного состава при минимальной его стоимости. Для этого при подборе шихтовых материалов предусматриваем максимально возможное использование металлического лома и отходов собственного производства. Химический состав чугуна СЧ 20 приведен в табл. 1.5. Для обеспечения заданного химического состава и качества выплавляемого чугуна следует рассчитать шихту по принятому химическому составу чугуна с учетом угара элементов при плавке. Состав шихтовых компонентов приведен в табл. 1.6.

Таблица 1.5

Химический состав [11]

Марка чугуна	Химический состав в %				
	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
СЧ 20	3,3-3,5	0,7-1,0	1,4-2,4	до 0,15	до 0,2

Угар элементов при плавке в вагранках, %: Si – 10; Mn – 15.

Таблица 1.6

Содержание элементов в металле

Составляющие шихты	Химический состав в %		Весовой компонент в шихте
	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	
Чугун чушковый № 1	0,8	3,5	X
Чугун чушковый № 2	0,5	3,0	Y
Чугун пердеельный	1,6	1,5	Z
Литник и брак	0,8	2,2	35

Отходы собственного производства учитывают литники, сливы, сплески, прибыли, брак, т.е. все отходы металла, которые в литейном цехе используются как возврат производства.

Расчет шихты производим методом подбора сначала на 100 кг сплава, а затем на количество, необходимое на выполнение годовой производственной программы.

Определяем среднее содержание кремния и марганца с учетом угара.

Допустим, что искомое содержание Si в шихте $X\%$; $Mn - Y\%$.

В жидком металле остается:

$$Si: X - 0,12X = 0,88X,$$

$$Mn: Y - 0,15Y = 0,85Y,$$

Подставляя значения заданного химического состава (табл.1.5), получаем:

$$Si: 1,23 - 2,11\%;$$

$$Mn: 0,6 - 0,85\%;$$

Первое уравнение представляет собой весовой баланс кремния и марганца, вносимых в шихту отдельными сортами металла

Первое уравнение имеет вид:

$$X + Y + Z + 35 = 100$$

Таблица 1.7

Подсчет веса Si и Mn , вносимых в шихту с металлом

Сорт металла	Вес металла данного сорта в шихте, кг	Вес Si , вносимого в шихту металлом данного сорта, кг	Вес Mn , вносимого в шихту металлом данного сорта, кг
Чугун чушковый № 1	X	$X \cdot \frac{3,5}{100}$	$X \cdot \frac{3,5}{100}$
Чугун чушковый № 2	Y	$Y \cdot \frac{3,0}{100}$	$Y \cdot \frac{3,5}{100}$
Чугун пердеальный	Z	$Z \cdot \frac{1,5}{100}$	$Z \cdot \frac{3,5}{100}$
Литник и брак	35	$35 \cdot \frac{2,2}{100}$	$35 \cdot \frac{3,5}{100}$

Таблица 1.8

Подсчет веса Si и Mn в шихте

Общий вес шихты, кг	Вес Si , который должен быть в шихте, кг	Вес Mn , который должен быть в шихте, кг
100	$100 \cdot \frac{1,23}{100}$	$100 \cdot \frac{0,6}{100}$

Баланс кремния:

$$3,5 \cdot X + 3,0 \cdot Y + 1,5 \cdot Z = 1,23 \cdot 100$$

Баланс марганца:

$$0,8 \cdot X + 0,5 \cdot Y + 1,6 \cdot Z = 0,94 \cdot 100$$

Решая уравнения получим:

$$X = 19,45; Y = 20,4; Z = 25,15.$$

Таким образом, весовой состав шихты из выбранных сортов металла должен быть следующим:

Таблица 1.9

Чугун чушковый № 1	19,45
Чугун чушковый № 2	20,40
Чугун перекладный	25,15
Литник и брак	35,00
Итого	100,00

Рассчитываем число ковшей на участке чугунолитейного цеха необходимое для заливки форм. Для заливки чугунолитейного цеха применяются двенадцатитонные поворотные ковши. Ковши футеруются шамотным кирпичом марки Ш-4. Кирпич, применяемый для кладки не должен иметь отбитых углов и трещин. Кладка производится с заполнением всех швов песчано-глинистым раствором. Зазор между кирпичами должен быть не более 2 мм. Второй слой кирпича кладется с перекрытием швов первого слоя. Сушится ковш газовой горелкой, продолжительность сушки не менее 6 ч.

Определяем количество ковшей, одновременно работающих на участке чугунного литья определяем по формуле (1.14).

$$n = \frac{Q \cdot t}{T_{\text{д}} \cdot P}, \quad (1.14)$$

где Q – годовое количество жидкого металла, т;

t – оборот ковша, ч;

$T_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени участка, ч;

P – емкость ковша, т.

$$n = \frac{42200 \cdot 8}{4896 \cdot 10} = 4,2 \text{ шт.}$$

Определяем число ковшей работающих в смену по формуле (1.15).

$$N = \frac{t_{\text{с}} \cdot n}{t}, \quad (1.15)$$

где $t_{\text{с}}$ – продолжительность рабочей смены, ч;

t – продолжительность работы ковша, ч.

$$N = \frac{8 \cdot 4}{8} = 4 \text{ шт.}$$

Парк ковшей необходимых для работы рассчитывается по формуле (1.16).

$$N_1 = K \cdot K_1 \cdot N, \quad (1.16)$$

где K_1 – коэффициент запаса;

K – коэффициент, учитывающий число ковшей в ремонте.

$$N_1 = 1 \cdot 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ шт.}$$

Для обеспечения работы участка чугунного литья необходимо 5 ковшей емкостью 12 т.

1.5. Проектирование формовочного отделения.

Расчет количества формовочных машин производим по формуле (1.4).

$$n_p = \frac{\Phi}{(T_d - m) \cdot q}, \quad (1.4)$$

где Φ – количество форм, необходимое на годовую программу (с учетом брака), шт.;

T_d – действительный годовой фонд времени работы машины, ч.;

m – время смены модельных плит и настройки машин, ч.;

q – производительность формовочной машины, полуформ/ч.

Потери времени на смену плит определяются по формуле (1.5)

$$m = n \cdot p \cdot v, \quad (1.5)$$

где n – число наименований деталей, формуемых в год на машинах;

p – число партий в год по каждому наименованию;

v – потери времени на смену одной модельной плиты, ч.

Потери времени на смену плит для среднегабаритных отливок:

$$m = 12 \cdot 12 \cdot 0,33 = 47,5 \text{ ч}$$

Количество формовочных машин для среднегабаритных отливок:

$$n_p = \frac{56500}{(4896 - 47,5) \cdot 4} = 2,9 \text{ шт.}$$

Для среднегабаритных отливок установим три формовочных машины модели 234М с поворотом полуформы и размером опок в свету 1600×1200×600 мм, модели 235М с поворотом полуформы и размером опок в свету 2000×1600×700 мм. Определяем коэффициент загрузки оборудования по формуле (1.6)

$$K_3 = \frac{n_0}{n}, \quad (1.6)$$

где n – принятое количество машин;

n_0 – расчетное количество машин

Коэффициент загрузки формовочного оборудования принимается равным 0,75÷0,85.

$$K_3 = \frac{1,6}{2} = 0,8$$

Рассчитываем необходимое число пескометов для крупных отливок по формуле (1.7)

$$n = \frac{V \cdot t}{Q \cdot k}, \quad (1.7)$$

где V – объем формы по размерам опоки, м^3 ;

t – производительность участка форм/час;

Q – производительность пескомета $\text{м}^3/\text{час}$;

k – коэффициент, учитывающий время установки опок и снятия форм.

$$n = \frac{12,5 \cdot 1}{18 \cdot 0,9} = 0,77 \text{ шт.}$$

Определяем коэффициент загрузки пескомета:

$$K_3 = \frac{0,77}{1} = 0,77$$

Для обеспечения выполнения производственной программы необходим один пескомет. На участке установлен один пескомет модели 2Б96.

Уплотнение форм стационарным пескометом модели 2Б96 производится следующим образом. Формовочная смесь ленточным транспортером подается на быстро вращающийся ротор с ковшем. Последний, захватывает смесь и с большой скоростью бросает ее на опоку, установленную на модельной плите, производя, таким образом, уплотнение. Набивка опок производится с перемещением пескометной головки над опокой. Для правильного уплотнения формы пескометная головка должна передвигаться над опокой равномерно с обеспечением набиваемого слоя 40-50 мм. Набивают опоку с самых низких мест и от них постепенно вверх.

Сразу после формовки производят отделку формы. Форму раскрывают и проверяют плотность набивки вокруг модели, а затем в труднодоступных местах. Плотность набивки должна составлять не менее 85 ед. по твердомеру. Проверяют наличие поломок, прочищают литниковую систему, проशीливают участки, соприкасающиеся с металлом, и прорезают литейные ребра. Затем форму отделяют гладилкой, красят противопожарной краской и отправляют в сушку.

Опоки на встряхивающий стол подаются электромостовыми кранами. После установки на столе машины модельно опочной оснастки устанавливают наполнительную рамку и наполняют опоку смесью. Нажимая рычаг "встряхивание",

производят предварительное уплотнение смеси в опоке, после чего наполнительная рамка снимается. После встряхивания производят подсыпку формовочной смеси в опоку. Дальнейшие технологические операции производятся в автоматическом режиме. Рычаг режима работы переводят в положение "автомат". Прессовая траверса поворачивается в рабочее положение. Происходит встряхивание с одновременным прессованием. По истечении времени, отведенного на эту операцию, реле времени дает команду на прекращение встряхивания с одновременным прессованием, включение вибраторов и вытяжного механизма.

Прессовый цилиндр с встряхивающим столом опускается, и готовая полуформа остается на штырях (рольгангах) вытяжного механизма. Траверса поворачивается в исходное положение. На этом автоматический цикл работы заканчивается. Готовая полуформа снимается со штырей (рольгангов) вытяжного механизма. Переключив тумблер "вытяжка вниз", вытяжной механизм возвращают в исходное положение.

Для сушки форм и стержней применяют однокамерные сушила с внутренними размерами 6540×3100×1830 мм. Габариты выкатной тележки составляют 2800×4500 мм.

При загрузке на тележку сушила, формы и стержни группируются по габаритным размерам и по однородности смесей.

Установка форм и стержней производится так, чтобы расстояние между стержнями было не менее 60 – 80 мм, между формами 120 – 150 мм. По высоте формы составляют с таким расчетом, чтобы глубокие части формы находились наверху.

Сушка форм производится по следующему режиму:

- подъем температуры до 380°C – 4 ч;
- выдержка при температуре 380°C – 4 ч;
- охлаждение в сушиле при выключенных горелках – 1 ч.

Температурный режим сушки стержней:

- подъем температуры до 300°C – 3 ч;
- выдержка при температуре 300°C ;

– охлаждение в сушиле с отключением горелок – 1 ч.

Глубина просушенного слоя должна быть не менее 40 мм.

Продолжительность сушки форм устанавливается в зависимости от размеров отливок и необходимой глубины просушенного слоя согласно технологическим указаниям на чертеже. Крупные формы и стержни красятся и сушатся 2 раза.

Не разрешается допускать простой стержней и форм из песчано-глинистых смесей более двух суток. В случае более длительного простоя формы и стержни подвергаются повторной сушке.

Расчет количества сушил производим по формуле (1.8).

$$P_p = \frac{W \cdot t_c \cdot k_n}{T_d \cdot V \cdot s}, \quad (1.8)$$

где W – годовой объем форм, подвергаемых сушке, м³;

T_d – годовой фонд работы оборудования, ч;

t_c – время цикла сушки с учетом времени загрузки и выгрузки сушила, ч;

k_n – коэффициент неравномерности;

V – внутренний объем сушила, м³;

s – коэффициент использования объема сушила.

$$P_p = \frac{14000 \cdot 8 \cdot 1,2}{4896 \cdot 37 \cdot 0,2} = 3,7 \text{ (шт.)}$$

Для просушивания форм и стержней на участке чугунного литья устанавливаем четыре однокамерных сушила.

Для выбивки крупных отливок устанавливаются блоки выбивных решеток. На участке чугунного литья установлена инерционная выбивная решетка модели 31217, размеры рабочего полотна 3550×2500 мм, мощность 60 кВт.

1.6. Проектирование стержневого отделения.

Для изготовления стержней имеется стержневое отделение.

Количество стержневых пескострельных полуавтоматов рассчитывается по формуле (1.17).

$$n = \frac{A \cdot k_n}{T_d \cdot q}, \quad (1.17)$$

где A – годовое количество съёмов с учетом брака, числа гнезд в ящике;

k_n – коэффициент неравномерного потребления стержней;

T_d – действительный годовой фонд времени полуавтомата, ч;

q – часовая производительность полуавтомата, съёмов/час.

$$n = \frac{9408 \cdot 1,3}{4896 \cdot 4} = 0,83 \quad \text{шт.}$$

Определяем коэффициент загрузки пескострельного полуавтомата:

$$K_3 = \frac{0,83}{1} = 0,83$$

Рекомендуемый коэффициент загрузки стержневых машин $0,7 \div 0,85$. Для эффективной работы стержневого отделения необходим один пескострельный стержневой полуавтомат.

Набивка стержней производится механически при пескострельного стержневого полуавтомата 2Б83. Техническая характеристика пескострельного стержневого полуавтомата приведена в табл. 1.9.

Таблица 1.10

Техническая характеристика пескострельного
стержневого полуавтомата модели 2Б83

Параметры	Показатели
Продолжительность цикла, с	15
Размеры стержневого ящика, мм	400×300×400
Вес полуавтомата, кг	1000
Габариты полуавтомата, мм	940×725×2045

Полуавтомат предназначен для изготовления песчаных стержней путем наполнения стержневого ящика смесью и ее уплотнения посредством сжатого воздуха. Стержни могут изготавливаться в стержневых ящиках, как с горизонтальным,

так и с вертикальным разъемом. Полуавтомат представляет собой однопозиционную машину, пуск которой производится нажатием кнопки. Автоматически выполняется операция прижим стержневого ящика к надувной плите, зажим стержневого ящика (для ящиков с вертикальным разъемом), вдув стержневой смеси, выхлоп отработанного воздуха и загрузка смесью рабочего резервуара машины. Надувная насадка снабжена сменными деталями для получения стержней различной конфигурации и имеет защитное устройство от выброса смеси. Рабочий стол снабжен механизмом регулирования по высоте. Пневмопривод полуавтомата позволяет отдельно регулировать продолжительность вдува и выхлопа. Он оборудован влагоотделителем и маслораспылителем. Конструкция резервуара обеспечивает хороший вдув смеси в стержневой ящик и высокую степень уплотнения стержня. Все механизмы и узлы полуавтомата надежно защищены от пыли и грязи, и легко доступны для обслуживания и ремонта. Применение полуавтомата позволяет значительно увеличить производительность и облегчить труд рабочих.

Для повышения прочности газопроницаемости стержней применяется сушка; необходимо применять сушку противопожарных покрытий на водной основе. Для сушки форм и стержней на формовочном участке имеется отделение сушильных печей, где установлены три однокамерные сушилки.

1.7. Расчет смесеприготовительного отделения.

Смесеприготовительный участок предназначен для изготовления стержневых, облицовочных и наполнительных смесей.

На участке расположено два смесителя модели 15108, производительностью 18 м³/ч, габаритными размерами 5500×4800×6310 мм, объемом замеса 3,7 м³ и продолжительностью цикла 2÷10 мин., бункера для складирования глины и сухого песка, установка магнитной сепарации, для удаления металлических включений из отработанной смеси, установка полигонального сита, железнодорожные пути.

Подача кварцевого песка и глины в бункера бегунов, обеспечивающих участок стального литья, производится ленточными транспортерами. Кварцевый песок

должен быть сухим, для этого его сушат в кипящем слое, не должен быть замусорен посторонними материалами, а в зимнее время заморожен. Сухой песок подается на смесеприготовительный участок из шихтового участка посредством пересыпания из бункера в бункер. Глина, древесные опилки и лигносульфанат подаются на участок железнодорожным транспортом.

Древесные опилки подаются в бункер мостовым грейферным краном. Опилки должны перед употреблением просеиваться через сито с ячейками 10х10 мм.

Для изготовления отливок в песчано-глинистых формах применяется три вида смесей: общая наполнительная смесь; облицовочная смесь; стержневая смесь. Характеристики применяемых смесей приведены в табл.1.11.

Таблица 1.11

Состав и физико-механические свойства формовочных и стержневых смесей

Наименование	Общая наполнительная смесь	Облицовоч - ная смесь	Стержне - вая смесь
Составляющие смеси по объему, %			
Кичигинский песок	5	90	85
Отработанная смесь	90	-	-
Лигносульфанат, плотность 1,2-1,3 г/ см ³	-	1,5-2,0	2
Древесные опилки	-	-	8
Глина огнеупорная	5	10	7
Вода	4-5	5-6	4-5
Продолжительность перемешивания, мин.	8	8	12
Влажность, %	6-7	8-10	6-7
Газопроницаемость, ед.	80	80	120
Прочность на сжатие в сыром состоянии, кг/см ³	0,4-06	0,5-0,7	0,3-0,5
Прочность на сжатие в сухом состоянии, кг/см ³	-	1,0-1,5	0,8-1,2

Годовой расход формовочной смеси определяется по средним нормам расхода смесей на одну т годных отливок, приведенным в табл. 1.12.

Таблица 1.12

Расход формовочной смеси для чугунного литья

Группа отливок по массе, кг	Расход смесей на годовую программу чугунного литья, т		
	Облицо- вочная	Наполни- тельная	Всего
20-100	1315	1973	3288
100-250	16828	25014	41842
250-1000	7342	10750	18092
1000-2000	10683	16024	26707
2000-5000	-	-	-
>5000	80304	16024	231530
Итого	116472	204987	321459

Годовой расход стержневой смеси для чугунного литья приведен в табл.1.13.

Зная весовое количество смеси на программу, определяем объемное количество смеси. Принимая объемный вес 1 м^3 формовочной и стержневой смеси в уплотненном виде равным $1,65\text{ т/ м}^3$.

Таблица 1.13

Расход стержневой смеси

Группа отливок по массе, кг	Расход смеси на 1 т годных	Чугунное литье	
		Выпуск отливок, т/год	Всего смеси, т
20-100	0,40	261	104
100-500	0,70	3790	2653
500-1000	1,40	2185	3059
1000-2000	1,50	3424	5136
2000-5000	1,70	-	-
>5000	1,78	20525	36535
Итого	-	45000	47487

Таким образом, расход формовочной или стержневой смеси в неуплотненном виде определяем по формуле (1.18).

$$P_H = k \cdot P_y, \quad (1.18)$$

где k – коэффициент перехода от весовых к объемным величинам с учетом уплотнения смеси;

P_y – количество уплотненной смеси на годовую программу, т.

Определяем расход формовочной смеси в неуплотненном виде:

$$P_H = 0,831 \cdot 321459 = 267132,4 \text{ м}^3$$

Определяем расход стержневой смеси в неуплотненном виде:

$$P_H = 0,831 \cdot 47487 = 39461,7 \text{ м}^3$$

Во время транспортирования смеси к участку изготовления форм и стержней часть ее просыпается, поэтому при расчете необходимого оборудования для смесеприготовительного отделения необходимо учесть эти потери. Величина потерь составляет 5 % от расхода смеси в неуплотненном виде. Общий объем смеси на годовую программу составит 271079,1 м³. КПД регенерационной установки 85%, следовательно, необходимое количество оборотной смеси составит 230417,2 м³.

Необходимое количество бегунов для приготовления смеси рассчитывается по формуле (1.19).

$$n = \frac{P_y \cdot k_n}{T_d \cdot q}, \quad (1.19)$$

где P_y – годовой расход уплотненной смеси, т;

k_n – коэффициент неравномерности подачи смеси 1,1÷1,3;

T_d – действительный фонд времени, ч;

q – производительность смесителя, м³.

$$P = \frac{1,1 \cdot (321459 + 47487)}{4896 \cdot 18} = 4,6 \text{ шт.}$$

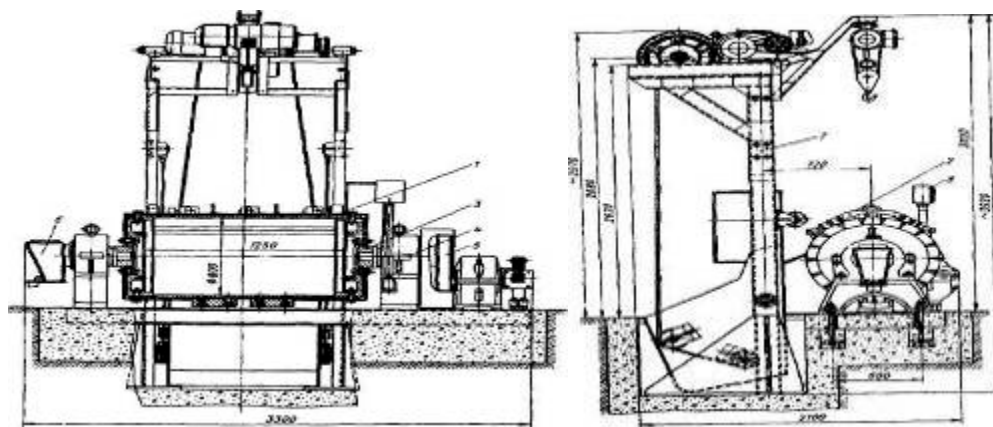
На участке принимаем пять чашечных смесителя периодического действия модели 15108, они обеспечат выполнение производственной программы формовочной и стержневой смесью.

1.8. Проектирование обрубно-очистного отделения.

Наиболее распространенным и универсальным методом очистки является очистка отливок в галтовочном барабане.

Очистка отливок производится на первой стадии в галтовочном барабане периодического действия модели 41114 (рисунок 3). Техническая характеристика приведена в таблице .20.

Очистной галтовочный барабан периодического действия модели 41114



1 - обечайка барабана; 2 - замок крышки; 3 - цапфы; 4 - опорные подшипники барабана; 5 - редуктор привода барабана; 6 - патрубок подключения пылесоса; 7 - скиповый подъемник; 8 - пульт управления барабаном и скиповым подъемником

Рисунок 2

Техническая характеристика очистного галтовочного барабана
периодического действия модели 41114

Параметр	Значение
Объем загрузки, м ³	0,8
Наибольшая масса загрузки, кг	1800
Размеры загрузочного окна, мм	1250X600
Производительность по чугуну, т/ч	2,4
Продолжительность цикла, мин	45
Диаметр цилиндрической части барабана, мм	900
Длина рабочей части барабана, мм	1400
Скорость вращения барабана, об/мин	30
Установленная мощность, кВт	75
Габаритные размеры, мм	3525X1615X1490
Вес установки, т	3,82

Очистка производится путем взаимного трения и соударения отливок друг о друга при вращении. Отливки, загруженные в барабан, увлекаются вращающейся поверхностью, поднимаются на некоторую высоту и, свободно перекатываясь по нижележащим отливкам, очищают друг друга - галтуются. При этом для повышения производительности процесса частота вращения барабана выбирается достаточно высокой, но так чтобы центробежная сила не могла нейтрализовать силу тяжести, так как в этом случае процесс очистки прекращается. Для усиления эффекта очистки в барабан вместе с отливками могут загружаться звездочки, отлитые из белого чугуна, которые своими острыми углами дополнительно скребут отливки. Размер звездочек обычно принимают 20-65 мм.

Основные узлы: барабан, левая и правая опоры, пылевая коробка, рама, привод, электрооборудование, защитная решетка, скиповый загрузчик, разгрузочная выкатная тележка.

Обечайка барабана изготовлена из листа толщиной 25 мм, с торцов закрыта литыми крышками. К крышкам прикреплены пустотелые цапфы, обеспечивающие вентиляцию полости барабана в процессе работы. Для снижения шума наружные поверхности обечайки и крышек покрыты толстолистовой губчатой резиной, которая предохраняется от повреждения металлическим кожухом из тонкого листа.

Крышка загрузочного люка надежно запирается зажимами. На опорах установлены корпуса со сферическими роликоподшипниками, которые защищены от засорения лабиринтными уплотнениями. Цапфы входят в подшипники и позволяют барабану легко вращаться вокруг горизонтальной оси. Привод состоит из электродвигателя, клиноременной передачи, редуктора, открытой зубчатой передачи вращения на цапфу барабана и электромагнитного тормоза. Защитная решетка в поднятом положении блокирует электросхему, не допуская включения привода.

В барабане происходит отделение литниковой системы от чугунных мелких и средних отливок. Отливки очищаются от горелой земли и стержней.

Отделение литников от стального литья осуществляется электрорезкой.

Обрезка литников, выпоров производится воздушно-дуговой резкой. В отличие от газовой она не ухудшает поверхности отливок. Воздушно-дуговая резка значительно улучшает условия труда, снижает трудоемкость.

Отливки в обрубном отделении цеха проходят обработку в следующем порядке: предварительная очистка, обрезка и отбивка прибылей, выпоров, термическая обработка, очистка поверхности, разметка и исправление дефектов.

При предварительной очистке с отливок удаляют легкоотделяемые формовочную и стержневую смеси, каркасы, а также производится очистка мест отрезки литников и прибылей. Затем отливки подаются на участок обрезки литников и удаление выпоров и легкоотделимых прибылей.

Остатки от литников на необрабатываемых поверхностях удаляются заподлицо. Термическая обработка отливок производится по режимам, указанным в инструкциях на термическую обработку отливок. Очистка поверхности отливок от остатков земли и стержней производится в галтовочных барабанах, в очистных барабанах с дробеметной установкой и в очистной дробеметной камере с поворотным кругом. В очистной барабан должны поступать отливки, охлажденные до температуры ниже 60 °С. Загружаемое в очистной барабан литье должно быть примерно одной весовой категории и толщины стенки.

Необходимое количество галтовочных барабанов определяется по формуле (1.20)

$$n = \frac{Q \cdot k_n}{T_d \cdot q}, \quad (1.20)$$

где Q – годовой выпуск отливок, т;

k_n – коэффициент неравномерности;

T_d – действительный годовой фонд работы оборудования, т;

q – производительность оборудования, т/ч.

$$n = \frac{42200 \cdot 1,1}{4896 \cdot 2,4} = 3,95 \text{ шт.}$$

Для обеспечения производственной программы необходимо четыре галтовочных барабана.

Далее очистка отливок осуществляется в очистных дробеметных барабанах модели 42223 для мелкого и среднего литья. Техническая характеристика барабана приведена в таблице 1.15.

Таблица 1.15

Техническая характеристика дробеметного барабана непрерывного действия модели 42223

Параметр	Значение
Наибольшая масса очищаемой отливки, кг	100
Габариты, мм	5000X4500X5000
Производительность по чугуно, т/ч	2,0÷5,6
Количество дробеметных аппаратов, шт	2
Масса загрузки, кг	800
Объем загрузки, м ³	0,3
Мощность, кВт	36,4
Масса, т	17

Расчет количества дробеметных барабанов проводится по формуле:

$$N = \frac{n \cdot K_H}{\Phi_d \cdot P},$$

где n - годовая программа отливок, т;

K_H - коэффициент неравномерности (1,2 - 1,3);

Φ_d - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год;

P - производительность дробеметного барабана, т/ч.

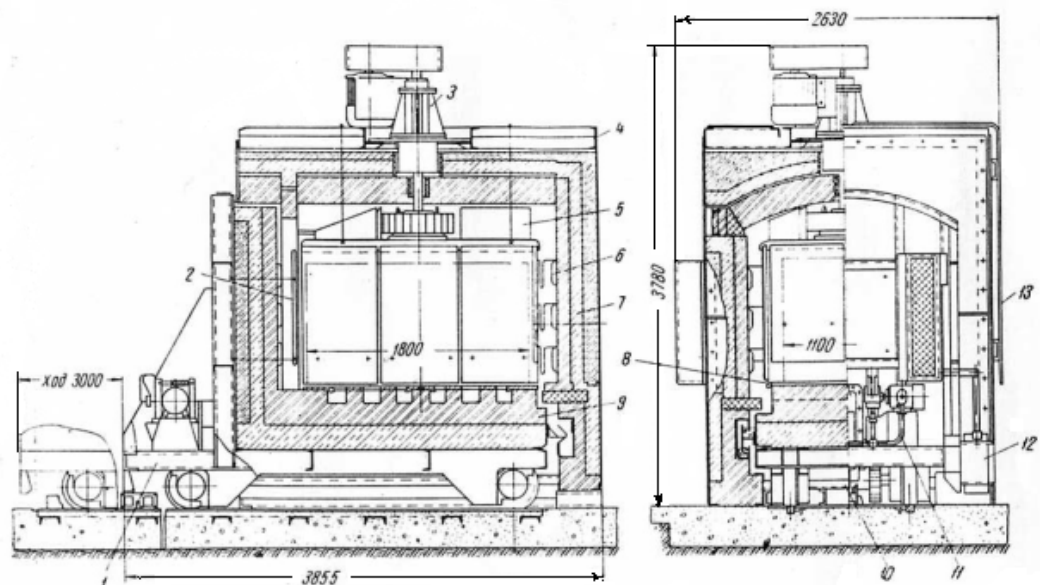
$$n = \frac{28000 \cdot 1,2}{4896 \cdot 3,7} = 1,85 \text{ шт.}$$

Принимаем 2 дробеметных барабана непрерывного действия.

$$KЗ = \frac{1,85}{2} = 0,925$$

Далее отливки подвергаются искусственному старению в камерных термических тупиковых печах с выдвижным подом (рисунок 7). Технические характеристики камерной термической тупиковой печи с выдвижным подом представлены в таблице 2.22

Электродпечь сопротивления каменная с выдвижным подом



1 - тележка выдвижного пода; 2 - экран выдвижного пода; 3 - установка вентиляторная; 4 - каркас камеры; 5 - экраны камеры; 6 - нагреватели; 7 - футеровка камеры; 8 - плита; 9 - футеровка выдвижного пода; 10 - конечные выключатели; 11 - токоподвод; 12 - соединение контактное; 13 - система водоохлаждения вентилятора.

Рисунок 3

Таблица 1.15

Техническая характеристика камерной термической тупиковой печи с
выдвижным подом модели ТДО-45.100.28/11-160

Параметр		Значение
Размеры рабочего пода, мм	А	4520
	Б	9976
Высота рабочего пространства печи, мм		2800
Размеры загрузочных окон, мм		2200X4640
Условная площадь пода, м ²		45
Максимальная масса садки, т		160
Производи- тельность, т/ч	При закалке, отжиге и нормализации	5,850
	При отпуске	4,500
	При старении	2,250
Число горелок (форсунок)		24
Наибольши й расход топлива	Природный газ, м ³ /ч	560
	Мазут, кг/ч	450
Поверхность нагрева рекуператоров, м ²		42
Установленная мощность электродвигателей, кВт		4
Расход основных материалов для сооружени я, т	Вс его	При отборе дыма в боров 625
		При отборе дыма в цех 595

	В том числе металла	159
--	---------------------	-----

Расчет количества печей для термообработки рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{n \cdot K_H}{\Phi_d \cdot P},$$

где n - годовая программа отливок, т;

K_H - коэффициент неравномерности (1,2 - 1,3);

Φ_d - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год;

P - производительность печи с выдвижным подом, т/ч.

$$n = \frac{42200 \cdot 1,2}{4896 \cdot 2,25} = 4,6 \text{ шт.}$$

Количество печей принимаем 5 штуки, $K_z = \frac{4,6}{5} = 0,919$

Контроль отливок проводится в процессе обрубки, очистки с целью изъятия из технологического потока бракованных и дефектных отливок. Окончательный контроль проводится на постах наружного осмотра отливок.

1.9. Внутрицеховой транспорт.

В фасонно-литейном цехе применяется два вида транспорта: транспорт периодического действия и транспорт непрерывного действия.

Участок оборудован электромостовыми кранами грузоподъемностью 15/3 т. Количество кранов выбирается из расчета – один кран на каждые 30 м длины пролета, и составляет два крана для каждого пролета. Мостовые краны предназначены для транспортировки форм и заливки форм жидким металлом.

Шихтовый участок оборудован мостовым краном грузоподъемностью 20/5 т из расчета один кран на 50–60 м длины пролета. Кранами осуществляется разгрузка вагонов, транспортировка и сортировка материалов. Для работы с сыпучими материалами применяется грейфер, а для магнитных металлов на кран подвешивается электромагнитная шайба.

Смесеприготовительный участок оборудован мостовым грейферным краном грузоподъемностью 15 т.

Участок чугунного литья оборудован кранами грузоподъемностью 20/5 т и 30/5 т. Участок цветного литья оборудован кран балкой грузоподъемностью 3 т.

Загрузка шихтовых материалов в печи осуществляется тремя скиповыми подъемниками грузоподъемностью 1 т. Для подачи коробов и опок на соседние участки используются электрические передаточные тележки грузоподъемностью 20 т.

Транспортировка и подача формовочной, стержневой и оборотной смеси осуществляется ленточными транспортерами. Подъем смеси с нижнего уровня на верхний производится при помощи элеватора производительностью 11 м³/ч.

Железнодорожным транспортом осуществляется подача шихтовых материалов на шихтовый и смесеприготовительный участки, транспортировка залитых форм из формовочно – заливочного участка на обрубной участок, а также отгрузка готового литья потребителю. Отгрузка цветного литья осуществляется автотранспортом.

Для обеспечения бесперебойной работы оборудования в цехе создана ремонтная служба, которая включает в себя службу механика и энергетика. Служба механика состоит из бригад слесарей ремонтников и слесарей сантехников. Служба энергетика состоит из бригад электриков и газоэнергетиков. Для обеспечения оборудования запасными частями в цехе расположена механическая мастерская, оснащенная металлорежущими станками и электроталью с монорельсом, для передачи и установки крупных деталей на станки.

Для изготовления сменного оборудования и заготовок для механической мастерской в цехе расположена кузница, оборудованная прессом, кузнечным молотом и двухкамерным горном. Режим работы механической мастерской и кузницы односменный при пятидневной рабочей неделе и 8 – часовой рабочей смене. Бригады ремонтников работают только в первую смену.

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Характеристика отливки «Корпус редуктора».

Габаритные размеры отливки $500 \times 210 \times 195$ мм, чистый вес детали – 59,5 кг.

Корпус редуктора представляет собой отливку открытой коробчатой формы изображен на рис. 2.1. Корпус редуктора предназначен для защиты зубчатой передачи от механических повреждений, воздействий внешней среды, обеспечивает безопасность во время эксплуатации. Внутри корпуса вращаются валы с зубчатыми колесами подшипниками. Корпус редуктора обеспечивает смазку, что позволяет уменьшить силу трения. Во время работы он испытывает динамические нагрузки.

Условия работы отливки позволяют классифицировать корпус редуктора по назначению к отливкам ответственного назначения и отнести к мелкосерийному производству. При изготовлении отливки не допускаются дефекты, ведущие к снижению качества литья: трещины, спай, перекос, обвал. Литейные дефекты снижают качество литья, уменьшают прочностные характеристики, ведет к поломкам, незапланированным ремонтам, к потерям производства.

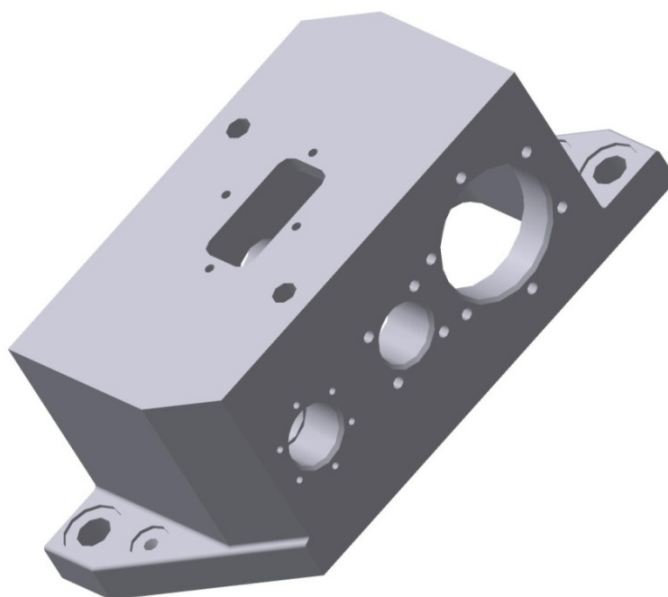


Рис. 3 Корпус редуктора

2.2. Материал и его свойства.

Деталь «Корпус редуктора» отливается из чугуна марки СЧ 20, по ГОСТу 1412-85 литейные свойства чугуна, представлены в табл. 2.1

Таблица 2.1

Литейные свойства чугуна СЧ 20

Линейная усадка, %	1,2
Показатель трещиностойчивости, Кт.у.	2.2-2.3
Жидкотекучесть, Кж.т.	0.8
Склонность к образованию усадочной раковины, Ку.р.	1.0
Склонность к образованию усадочной пористости, Ку.п.	1.2

Химический состав представлен в табл. 2.2,

Таблица 2.2

Химический состав чугуна СЧ 20

Химический элемент	%
Углерод (C)	3.3-3.5
Кремний (Si)	1.4-2.4
Марганец (Mn)	0.7-1.0

Фосфор (P), не более	0.2
Сера (S), не более	0.15

Технологические свойства:

Коррозионная стойкость низкая, ограничена свариваемость, при плавке не флокеночувствительна, не склонна к отпускной хрупкости, не склонна к образованию холодных и горячих трещин.

Термообработка чугуна зависит от требуемых механических свойств, а режим оговаривается технологической инструкцией или указанным при разработке технологии отливки в технических условиях. Отливки простой конфигурации из чугуна должны подвергаться отжигу по следующему режиму:

- температура посадки в печь не выше 400°C ;
- нагрев до температуры 650°C со скоростью 100 град/час;
- выдержка при температуре 650°C 1/5 часа;
- нагрев до температуры 850°C - 870°C со скоростью 150 град/час;
- выдержка при температуре 850°C - 870°C для средних отливок с толщиной стенки до 100 мм. 5 часов;
- охлаждение с печью до температуры 400°C ;
- дальнейшее охлаждение до нормальных условий на воздухе.

2.3. Технология литья отливки.

Отливка «Корпус редуктора» отливается в песчано-глинистую форму, которая формуется механически. Формовка модели корпуса редуктора производится в парных опоках по 2 шт.

Положение отливки в форме, литниковая системы и прибыли показаны на рис. 2.2.

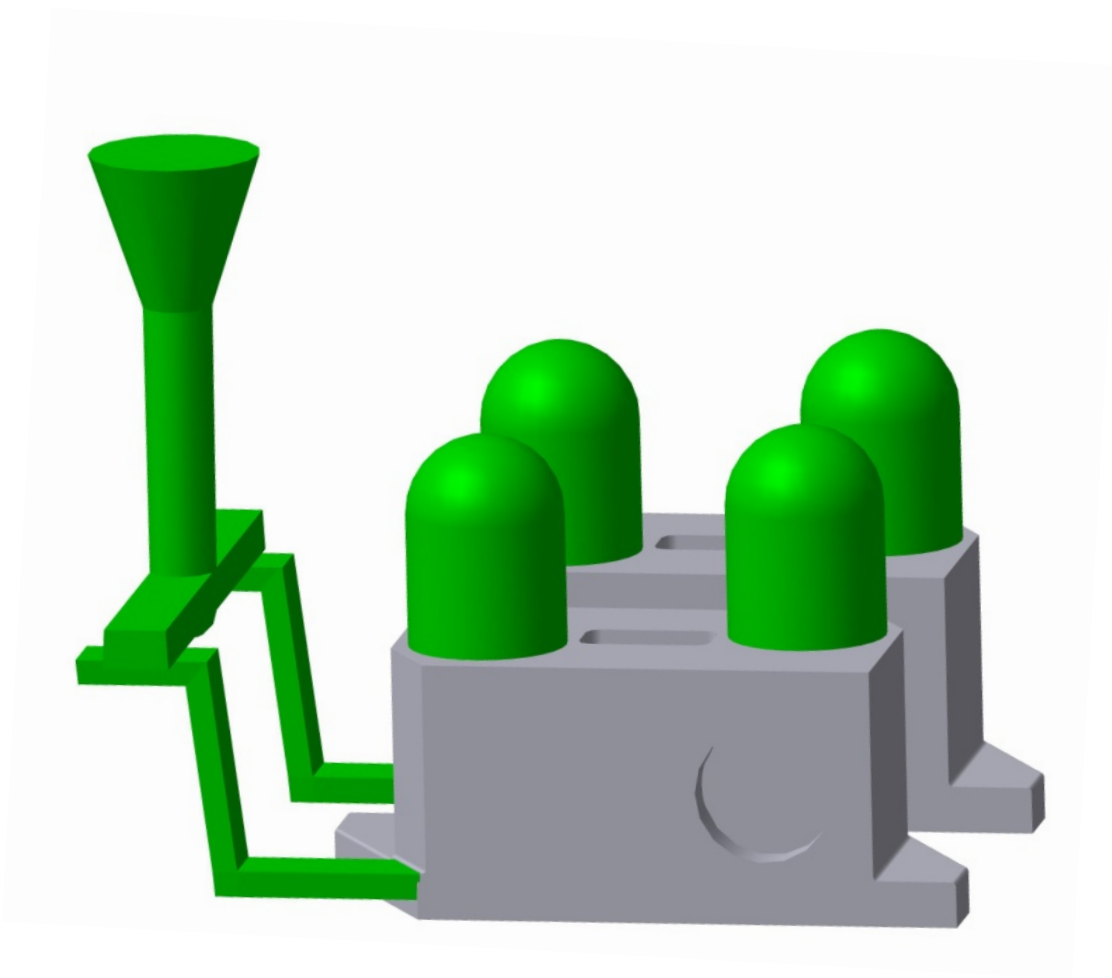


Рис. 4. Две отливки с прибылями и литниковой системой.

Для получения отпечатка в форме используют деревянную модель со знаками. Модель изготовлена с учетом усадки – 1,5 %. Поэтому применяют формовку с подрезкой. Модель ставят на координатную плиту, фланец отливки отступает от плиты на 4 см. Модель припыливают графитом и насыпают слой, 70–80 мм облицовочной смеси, добавляют наполнительную смесь и производят уплотнение пневматической трамбовкой. При уплотнении нижней опоки в полость подается формовочная смесь. Набитую нижнюю опоку вместе с плитой переворачивают, плиту убирают, смесь над моделью срезают гладилкой, поверхность разъема тщательно заглаживают.

Разъем формы получается фасонным. Убрав скобы, снимают координатную плиту, а плоскость разъема посыпают сухим кварцевым песком, т.е. делают разделительный слой. Ставят модели прибылей, выпоров, стояка, накрывают

верхней опокой, засыпают формовочной смесью и уплотняют форму трамбовкой. Производят формовку до верха опоки. Заформованную верхнюю опоку снимают крапом и поворачивают на 180^0 . Из обеих полуформ извлекают модели (литниковой системы, прибыли из верхней полуформы и модель корпуса редуктора из нижней полуформы). При помощи гладилки отделяют формы, затем покрывают противопожарной краской и помещают в камерные сушила.

После сушки форму собирают, предварительно обдувая сжатым воздухом, устанавливают стержни, жеребейки. Производят сборку формы, скрепляют скобами, ставят заливочную воронку. Форма готова к заливке.

2. 4. Формовочные материалы.

По характеру производства: формовочные смеси подразделяются на единые, облицовочные и наполнительные, и в массовом производстве применяют единые смеси, а в единичном и мелкосерийном производстве для получения стальных отливок – две смеси: облицовочные и наполнительные.

К стержневым смесям предъявляют более высокие требования, чем к формовочным смесям особенно по прочности, газопроницаемости, газотворной способности, податливости, огнеупорности и выбиваемости, т.к. стержневая смесь в большей мере соприкасается с жидким металлом и интенсивнее прогревается. Стержневые смеси выбираются в зависимости от конфигурации и размеров стержней, положения их в форме, заливаемого сплава и толщины стенок отливки.

Формовочные материалы в зависимости от условий их применения должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимую прочность смеси в сыром и сухом состояниях;
предотвращать прилипаемость смеси к модельной оснастке;
- придавать смеси текучесть, необходимую для воспроизведения контуров модели и стержневого ящика;
- обладать низкой газотворной способностью;
- обеспечивать податливость формы или стержня при затвердевании и охлаждении отливки;

- обладать достаточной огнеупорностью и низкой пригораемостью к отливке;
- обеспечивать хорошую выбиваемость формы и стержня;
- обладать низкой стоимостью, быть недефицитными и безвредными для окружающих;
- иметь низкую гигроскопичность;
- быть долговечными.

Формовочные пески являются основными наполнителями формовочных и стержневых смесей. В качестве формовочных в большинстве случаев применяют кварцевые пески, широкое применение этих песков объясняется тем, что они в высокой степени соответствуют условиям работы литейной формы. Для приготовления формовочных и стержневых смесей применяются пески Кичигинского месторождения марки $2K_1O_302$ по ГОСТ 2138-91, песок кварцевый 1 класса, категории А и Б.

В зависимости от вида смесей пески используют как влажные, так и сухие. Влажные (сырые) пески с содержанием влаги на более 5% используют для приготовления наполнительных и облицовочных смесей. Сухие пески с содержанием влаги не более 0,5% используют для приготовления стержневых смесей и жидкостекольной облицовочной смеси.

В качестве формовочной глины используется глина огнеупорная Белкинского месторождения марки БК1, БК2, БК3, БК4 по ГОСТ 3226-77, марки «К» среднесвязующая «Е». Глина используется молотая, сухая с влажностью не более 2,5%.

Формовочная смесь, бывшая в употреблении (выбитая из опок), перед повторным использованием должна быть предварительно переработана.

Качество и стоимость отливок в значительной степени зависят от правильного выбора состава и технологических свойств формовочной смеси. При выборе состава смеси учитывают:

- род заливаемого металла, сложность и назначение отливки;
- наличие необходимых материалов;
- серийность производства;

- технологию изготовления и сборки форм;
- планируемую себестоимость.

По виду заливаемого металла смеси делятся на 3 группы: для стальных, чугуновых и отливок из цветных сплавов. Такое деление обусловлено, прежде всего, температурой заливки металла в форму.

Независимо от рода металла формовочные смеси делятся:

- по характеру использования – на единые, облицовочные и наполнительные;
- по состоянию формы перед заливкой – на смеси для форм, заливаемых в сыром состоянии (формовка по-сырому), и смеси для форм, заливаемых в сухом состоянии (формовка по-сухому).

Если смесь заполняет весь объем формы, то она называется единой. Такие смеси применяют при машинной формовке в цехах серийного и массового производства. Поскольку эти смеси непосредственно воспринимают агрессивное воздействие металла, они должны иметь высокие технологические свойства. Поэтому единые смеси готовят из наиболее огнеупорных и термохимически устойчивых формовочных материалов, которые обеспечивают долговечность смесей.

Применение единых смесей позволяет сократить цикл приготовления формы и тем самым повысить производительность формовочных агрегатов. Для единых смесей особенно высокие требования предъявляются по газопроницаемости – эти смеси применяются при формовке по-сырому и поэтому обладают высокой газотворной способностью.

Для приготовления формовочных смесей применяют в основном обогащенные и кварцевые пески классов 1К и 2К с содержанием кремнезема не менее 95%. Глинистые пески для изготовления форм стального литья не применяют.

Состав формовочной смеси:

- песок 1К0315 - 5%;
- обратная смесь – 90%;
- глина – 5%;
- вода - 4-5% сверх 100%.

Свойства формовочной смеси:

- влажность – 6 – 7 %;
- газопроницаемость – не менее 80 ед.;
- прочность на сжатие в сыром состоянии – 0,04 – 0,06 МПа.

Стержни в процессе заливки испытывают значительно большие термические и механические воздействия по сравнению с формой, поскольку обычно они окружены расплавом. По этой причине к стержневым смесям предъявляются более жесткие требования.

Прочность стержней в сухом состоянии и поверхностная твердость должны быть выше, чем у формы. Стержневые смеси должны иметь большую огнеупорность, податливость и небольшую гигроскопичность, особенно при формовке по-сырому, высокую газопроницаемость и малую газотворную способность, хорошую выбиваемость.

Состав стержневой смеси:

- песок 1К0315 – 85%;
- глина – 6%;
- лигносульфанат – 2%;
- древесные опилки – 7%;
- вода сверх 100% – 5%.

Свойства стержневой смеси:

- влажность – 6 – 7 %;
- газопроницаемость – не менее 120 ед.;
- прочность на сжатие в сыром состоянии – 0,03 – 0,05 МПа;
- прочность на разрыв в сухом состоянии – 0,08 – 0,12 МПа;

Контроль качества стержневой и формовочной смеси:

- Контроль физико-механических свойств оборотной смеси на газопроницаемость, прочность, на сжатие в сыром состоянии, глинистая составляющая, зерновой состав, содержание окислов алюминия, кремния и железа;

- Контроль физико-механических свойств стержневой и формовочной смеси на газопроницаемость, прочность, на сжатие в сыром состоянии, глинистая составляющая, зерновой состав;
- Контроль выплавки стали на содержание углерода, марганца, фосфора, серы, хрома, ванадия, меди, никеля, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение, ударная вязкость;
- Контроль изготовления полуформ на плотность набивки;
- Контроль заливки по времени пленкообразования;
- Контроль опочной оснастки;
- Контроль модельной оснастки, путем разметки отливки на соответствие чертежу.
- Контроль физико-механических свойств отливки;
- Контроль качества отливки визуально на наличие дефектов.

2.5. Изготовление полуформ, стержней, сушка и сборка форм.

Для определения размеров опок руководствуются рекомендациями, изложенными в справочной литературе. В зависимости от массы сплава, толщины отливки выбирают толщину песчаной формы от низа, верха и боковых стенок отливки.

При массе отливки до 250кг (170 кг) имеем:

- от верха модели до верха опок 100 мм;
- от низа модели до низа опоки 120 мм;
- от модели до стенки опоки 70 мм;
- между моделями 100 мм;
- между моделями и шлакоуловителем 60 мм.

Учитывая, что размеры и конструкции опок стандартизованы, подбирают опоки с размерами, равными или большими по сравнению с выбранными, $1000 \times 800 \times 350$ мм – для верхней и нижней полуформ.

Формовка это трудоемкий и ответственный этап всего технологического цикла изготовления отливок, который в значительной мере определяет их качество. Процесс формовки заключается в следующем:

- уплотнение смеси, позволяющий получить точный отпечаток модели в форме и придать ей необходимую прочность в сочетании с податливостью, газопроницаемостью и другими свойствами;
- устройство в форме вентиляционных каналов, облегчающих выход из полости формы образующихся при заливке газов;
- извлечение модели из формы;
- отделку и сборку формы, включая установку стержней.

В зависимости от размеров, массы и толщины стенки отливки, а также марки литейного сплава его заливают в сырые, сухие и химические твердеющие формы. Литейные формы изготавливают вручную, на формовочных машинах, полуавтоматических и автоматических линиях.

В условиях серийного производства можно использовать как ручную, так как и машинную формовку. Для изготовления данной отливки применим машинную формовку. Машинная формовка позволяет механизировать две основные операции формовки (уплотнение смеси, удаление модели из формы) и некоторые вспомогательные (устройство литниковых каналов, поворот опок и т.д.). При механизации процесса формовки улучшается качество уплотнения, возрастает точность размеров отливки, резко повышается производительность труда, облегчается труд рабочего и улучшаются санитарно-гигиенические условия в цех, уменьшаются брак.

Формовочная машина 22114 предназначена для изготовления полуформ, в формовочных отделениях литейных цехов заводов мелкосерийного и серийного производства. техническая характеристика:

- размеры опок в свету – $1000 \times 800 \times 350$ мм
- ход вытяжки – не менее 300 мм
- максимальная грузоподъемность – 1200 кг.
- число встряхиваний в минуту – не менее 600 раз
- продолжительность цикла – не более 45 сек.
- цикловая производительность – 80-90 цикл/час.

Основные узлы: механизм встряхивающе-прессовый, траверса, стойка, пневмооборудование, система смазки, пульт управления.

Прессовая траверса отведена с рабочей позиции. После установки на столе машины модельно опочной оснастки устанавливают дополнительную рамку и наполняют опоку смесью. Нажимая рычаг "встряхивание", производят предварительное уплотнение смеси в опоке, после чего дополнительная рамка снимается. После встряхивания производят подсыпку формовочной смеси в опоку. Дальнейшие технологические операции производятся в автоматическом режиме. Рычаг режима работы переводят в положение "автомат". Прессовая траверса поворачивается в рабочее положение. Происходит встряхивание с одновременным прессованием. По истечении времени, отведенного на эту операцию, реле времени дает команду на прекращение встряхивания с одновременным прессованием, включение вибраторов и вытяжного механизма.

Прессовый цилиндр с встряхивающим столом опускается, и готовая полуформа остается на штырях (рольгангах) вытяжного механизма. Траверса поворачивается в исходное положение. На этом автоматический цикл работы заканчивается. Готовая полуформа снимается со штырей (рольгангов) вытяжного механизма. Переключив тумблер "вытяжка вниз", вытяжной механизм возвращают в исходное положение.

Сразу после формовки производят отделку формы. Форму раскрывают и проверяют плотность набивки вокруг модели, а затем в труднодоступных местах. Плотность набивки должна составлять не менее 85 ед. по твердомеру. Проверяют наличие поломок, прочищают литниковую систему, прошпиливают участки, соприкасающиеся с металлом, и прорезают литейные ребра. Затем форму отделяют гладилкой, красят противопожарной краской и отправляют в сушку.

Сборка формы – установление, соединение и закрепление литейных стержней в литейной форме и частей литейной формы между собой.

Изготовление стержней производят на пескострельном стержневом полуавтомате 2Б83. Он предназначен для изготовления песчаных стержней путем заполнения стержневого ящика смесью и ее уплотнения посредством сжатого воздуха. Стержни могут изготавливаться в стержневых ящиках, как с горизонтальным,

так и с вертикальным разъемом. Полуавтомат представляет собой однопозиционную машину, пуск которой производится нажатием кнопки. Автоматически выполняется операция прижим стержневого ящика к надувной плите, зажим стержневого ящика(для ящиков с вертикальным разъемом), вдув стержневой смеси, выхлоп отработанного воздуха и загрузка смесью рабочего резервуара машины. Надувная насадка снабжена сменными деталями для получения стержней различной конфигурации и имеет защитное устройство от выброса смеси. Рабочий стол снабжен механизмом регулирования по высоте. Пневмопривод полуавтомата позволяет отдельно регулировать продолжительность вдува и выхлопа. Он оборудован влагоотделителем и маслораспылителем. Конструкция резервуара обеспечивает хороший вдув смеси в стержневой ящик и высокую степень уплотнения стержня. Все механизмы и узлы полуавтомата надежно защищены от пыли и грязи, и легко доступны для обслуживания и ремонта. Применение полуавтомата позволяет значительно увеличить производительность и облегчить труд рабочих.

Стержни устанавливают в форму в последовательности, указанной на сборочном чертеже или в технической карте. Если знак стержня не подходит к отпечатку, то его подгонка не допускается. При этом необходимо следить за тем, чтобы знаки стержней точно становились в отпечатки знаков модели. При тщательном осмотре поступивших на сборку стержней и полуформ, отбрасывают стержни и полуформы имеющие повреждения или дефекты.

На участке сборки в нижнюю полуформу устанавливают стержни и обдувают сжатым воздухом.

Необходимо изготовить деревянные модели, стержневой ящик, литниковую систему. Полость в отливке выполняется стержнем, знаки, уклоны и зазоры у которого выбираются по справочнику. Рассчитывается литниковая система.

После изготовления модельного комплекта производим формовку. Для этого на координатную модельную плиту формовочной машины устанавливают две модели корпуса редуктора с питателями. Ставим нижнюю опоку, припыливаем графитом,

затем насыпаем слой облицовочной смеси 50-60 мм и насыпаем наполнительную смесь, затем производим уплотнение.

Стол машины поднимается на 50-60 мм и, падая, ударяется о станину машины. В результате повторных ударов происходит уплотнение формовочной смеси. Число ударов в минуту – 600, продолжительность встряхивания 40 - 45 секунд. С помощью пневматического трамблера подуплотняем верхний слой полуформы. Опоку закрепляем скобами к столу формовочной машины, включаем механизм поворота стола. Полуформа поворачивается и устанавливается на стол приемно-вытяжного механизма. Полуформа соединяется со столом, крепежные скобы сжимают, вытяжной стол вместе с полуформой медленно опускается, перекидной стол возвращается в исходное положение. Модели извлекаем из опоки, красим противопожарной корундовой краской из пульверизатора и отправляем в сушильную печь (для повторного использования).

Аналогично нижней полуформе, формируем верхнюю форму. Только на координатную плиту устанавливаем в соответствии с разметкой прибыли, литниковый ход и стояк. Установка стержней показана на рис. 2.3

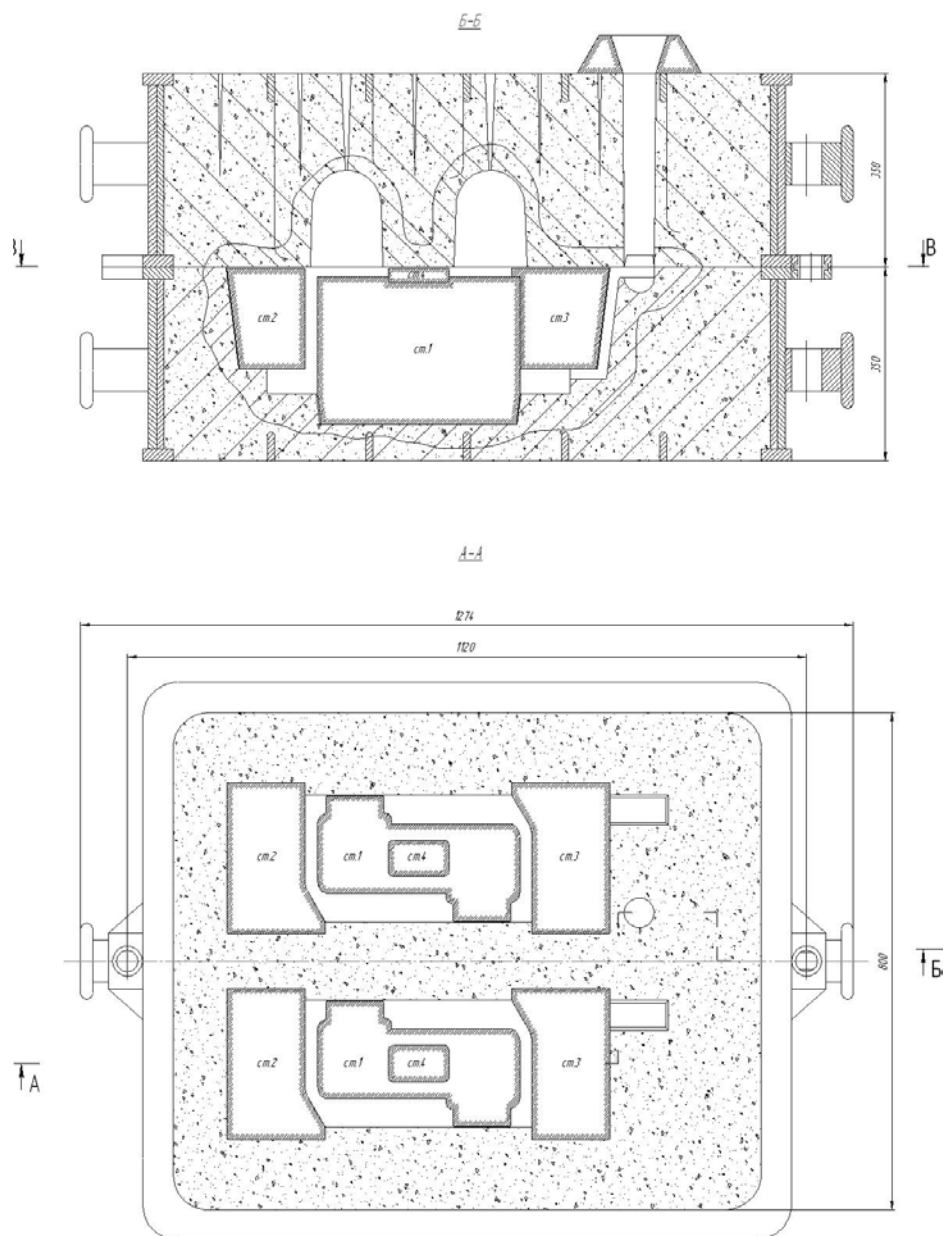


Рис. 5. Форма в сборе

Форму и стержни сушат для увеличения их газопроницаемости, прочности и уменьшения газотворной способности.

Сборка формы является ответственным процессом и требует внимания и аккуратности. Сборка формы включает в себя следующие операции:

- подготовку полуформ и стержней к сборке;
- контроль положения стержней;
- установку стержней в нижнюю полуформу;

- покрытие нижней полуформы верхней;
- установка заливочной воронки;
- скрепление полуформ или их нагружение.

Полуформы и стержни, поступившие на сборку, тщательно осматривают; к сборке не допускаются стержни и полуформы, имеющие повреждения или дефекты. Перед сборкой полость формы продувают сжатым воздухом, чтобы удалить из нее частицы смеси и инородные тела.

Форма скрепляется съемными штырями, служащими для получения точного соединения (центрирования) половин форм, и скобами необходимыми для предотвращения подъема верхней полуформы под давлением заливаемого в форму расплавленного металла.

2.6. Расчет массы отливки.

По табличным данным для изготовления отливки в песчаной форме с 10 классом точности определяем ряд припусков на механическую обработку, ему соответствует диапазон 2-5, берем 5^й ряд припусков.

Основной припуск 4 мм на сторону по найденным значениям допусков и ряда припусков. Для размеров 195 мм основные припуски на механическую обработку соответственно будут равны 6 мм по низу и 8 мм по верху.

Дополнительный припуск на вертикальной поверхности должен компенсировать отклонение, вызванное короблением отливки и смещением полуформ. По таблице находим, что предельное отклонение смещения от номинального положения элементов отливки для 10-12 класса точности равно 0,8 мм.

Массу отливки определяем по формуле (2.1).

$$G_{отл} = G_{чис} + G_{пр} + G_{мех.обrab.}, \quad (2.1)$$

где $G_{чис}$ — чистый вес детали, кг;

$G_{пр}$ — масса прибылей, кг;

$G_{мех.обrab.}$ — вес припусков на механическую обработку, кг.

Рассчитаем массу детали по формуле (2.3)

$$G_{\text{чис.}} = G_{\text{заб.}} - (G_{\text{отв.}} + G_{\text{скосы}} + G_{\text{выб.}}), \quad (2.3)$$

$$G_{\text{чис.}} = V \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где V – объем отливки, см^3 ;

ρ – плотность стали 35Л, кг/см^3 .

$$G_{\text{габ}} = 20475 \cdot 0,0071 = 145,4 \text{ кг}$$

$$G_{\text{отв}} = 1225,31 \cdot 0,0071 = 8,7 \text{ кг}$$

$$G_{\text{скосы}} = 5022,8 \cdot 0,0071 = 35,7 \text{ кг}$$

$$G_{\text{выб}} = 6596,15 \cdot 0,0071 = 46,8$$

$$G_{\text{чист}} = 145,4 - (8,7 + 35,7 + 46,8) = 54,2 \text{ кг}$$

Масса припусков на механическую обработку.

$$G_1 = 706,03 \cdot 0,0071 = 5,01 \text{ кг}$$

$$G_2 = 44,87 \cdot 0,0071 = 0,32 \text{ кг}$$

$$G_3 = 237,2 \cdot 0,0071 = 1,68 \text{ кг}$$

$$G_{\text{мех.обработ.}} = 5,01 + 0,32 + 1,68 = 7,01 \text{ кг}$$

Масса прибылей:

$$G_{\text{пр}} = 1141,6 \cdot 0,0071 \cdot 2 = 16,21 \text{ кг}$$

$$G_{\text{отл.}} = 54,2 + 16,21 + 7,01 = 77,42 \text{ кг}$$

В форме располагаем две отливки, поэтому масса заливаемого металла

$$G_{\text{общ.}} = 77,42 \cdot 2 \approx 155 \text{ кг}$$

2.7. Расчет литниково - питающей системы.

Прибыль – это элемент литниковой системы для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки.

Для обеспечения питания отливки жидким металлом из прибыли необходимо выполнить следующие условия:

- запас металла в прибыли должен быть таким, чтобы его хватило на компенсацию усадки во время затвердевания отливки;
- прибыль должна затвердевать позже отливки;

- прибыль должна обеспечивать достаточный гидростатический напор подпитки зоны затвердевания;
- прибыль на отливке необходимо ставить там, где она обеспечивает доступ жидкого металла в участки отливки, затвердевающими последними.

Для отливки «Корпус редуктора» прибыли необходимо предусмотреть сверху отливки, для питания боковых стенок отливки. Расчет прибылей производим по формуле (2.6) для равностенных отливок с отношением преобладающих толщин 1,5–2,5 мм.

$$D_{np} = 0,4 \div 0,45 \sqrt{V_y} + \delta, \quad (2.6)$$

где V_y – объем питаемого узла, м³;

δ – толщина стенки отливки, м.

$$D_{np} = 0,4 \sqrt{0,0676} + 0,016 = 0,12 \text{ м}$$

Выбираем закрытую куполообразную прибыль с компактной формой горизонтального сечения. При этом ширина нижнего сечения прибыли равна 120 мм

Высота прибыли берем из соотношения $\frac{h_{np.}}{b_{np.}} = \frac{1,8}{1,2}$ где $h_{np.}$ - высота прибыли, а

$b_{np.}$ - ширина основания прибыли. На каждую отливку размещаем по две прибыли размером 120×160 мм.

Выбираем боковую литниковую систему, где питатели подводят во фланец отливки. Боковая литниковая система обеспечивает заполнение верхней части отливки снизу. Шлакоуловители расположены сбоку отливки в горизонтальной плоскости разъема фор, что удобно в отношении формовки, особенно машинной. С боковой литниковой системой удобна проstanовка стержней и продувка формы перед сборкой.

Выбор места подвода сплава осуществляется по следующим правилам:

- подвод металла идет в направлении продольной оси простенка формы без прямого удара о стенку и стержень;
- обеспечено одностороннее движение металла в форме;

- подвод металла осуществляется в толстое сечение отливки и непосредственно под прибыль, через тонкое сечение.

Продолжительность заливки формы определяем по формуле (2.7).

$$\tau = \sqrt{1,24 \cdot G}, \quad (2.7)$$

где G – общая масса отливки, литников и прибылей, кг;

τ – время заливки формы, с.

$$\tau = \sqrt{1,24 \cdot 155} = 13,8 \text{ с}$$

Скорость подъема расплава в форме вычисляется по формуле (2.8).

$$U = \frac{H}{\tau}, \quad (2.8)$$

где H – высота отливки, мм;

τ – время заливки формы, с.

$$U = \frac{195}{14,5} = 13,4 \text{ мм/с}$$

Площадь сечения питателей определяем по формуле (2.9).

$$F_n = \frac{G}{K_y \cdot \tau \cdot L}, \quad (2.9)$$

где K_y – удельная скорость заливки;

L – поправочный коэффициент на жидкотекучесть стали;

G – общая масса отливки, кг;

τ – время заливки формы, с.

Удельная скорость заливки зависит от объемного коэффициента K_v (2.10).

$$K_v = \frac{G}{V_0}, \quad (2.10)$$

где V_0 – условный объем отливки, дм^3 ;

G – общая масса отливки, кг.

$$K_v = \frac{85}{20,47} = 4$$

Объемный коэффициент $K_v = 4$, следовательно, удельная скорость заливки $K_y = 0,7$

$$V_0 = 1,95 \cdot 2,1 \cdot 5 = 20,47 \text{ дм}^3$$

$$F_n = \frac{170}{0,7 \cdot 14,5 \cdot 1} = 16,8 \text{ см}^2$$

Выбираем соотношение площадей питателей, шлакоуловителя и стояка для расчета литниковой системы.

$$F_n : F_{ш} : F_{ст} = 1,0 : 1,1 : 1,2$$

$$\Sigma F_n = 16,8 \text{ см}^2$$

количество – 2 шт.

$$F_n = 8,4 \text{ см}^2$$

Форма сечения питателя представлена на рис. 2.4.

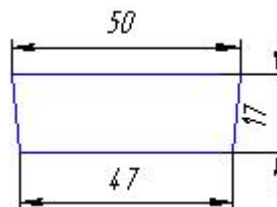


Рис. 2.4. Сечение питателя

$$F_n : F_{ш} = 1,0 : 1,1$$

$$\Sigma F_{ш} = 16,8 \cdot 1,1 = 18,48 \text{ см}^2$$

количество – 2 шт.

$$F_{ш} = 9,24 \text{ см}^2$$

Форма сечения шлакоуловителя представлена на рис. 2.5.

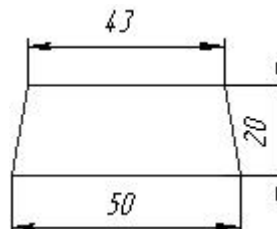


Рис. 2.5. Сечение шлакоуловителя

$$F_n : F_{cm} = 1,0:1,2$$

$$F_{cm} = 16,8 \cdot 1,2 = 20,16 \text{ см}^2$$

Радиус стояка рассчитываем по формуле (2.11).

$$R_{cm} = \sqrt{\frac{F_{cm}}{\pi}}, \quad (2.11)$$

$$R_{cm} = \sqrt{\frac{20,16}{\pi}} = 25 \text{ мм}$$

$$D_{cm} = 50 \text{ мм}$$

Стояк располагают вертикально. С точки зрения замкнутости и удобства формовки и минимальных теплопотерь чаще всего используются конические, расширяющиеся кверху круглые стояки. Углы конусности стояка зависят от его высоты.

По условиям $D_{ст. в.} = 50 + 4 = 54 \text{ мм}$.

Таблица 8

Конусность стояков

Высота стояка h, мм	Д - d, мм
300	4
400	4

Внизу под стояком нужно устраивать зумпф – это углубление, уменьшающее опасность разрушения формы в этом месте.

Сечение стояка в нижней части представлено на рис. 2.6.

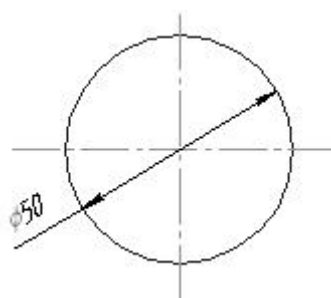


рис. 6. Сечение стояка у основания

Конструкцию литниковых воронок для чугунных отливок обычно выбирают круглую, воронки-нарощалки представлена на рисунке 2.7.

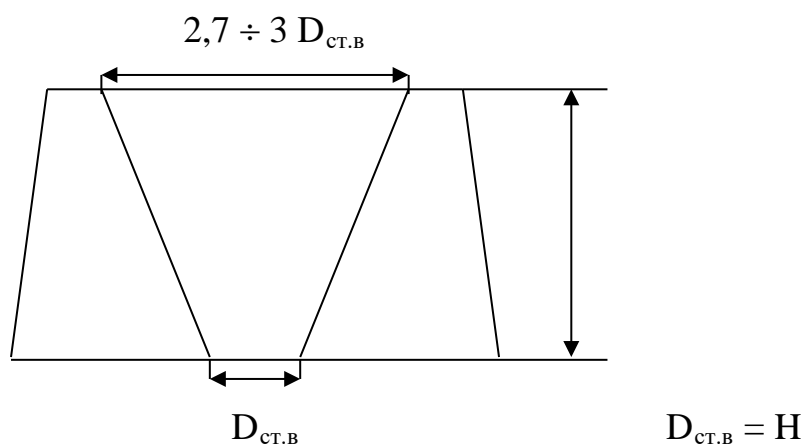


рис. 7. Литниковая воронка

Находим диаметр воронки по формуле (2.12).

$$D_B = (2,7...3) \cdot D_{cm} \quad (2.12)$$

$$D_B = 2,7 \cdot 54 = 145 \text{ мм}$$

$D_{ст.в.} = H = 54$ мм, а зев воронки равен 145 мм.

2.8. Заливка, охлаждение, выбивка и очистка отливки.

Температуру заливки конкретного сплава определяют по его перегреву относительно температуры ликвидуса. Выбор перегрева зависит от его влияния на структуру и механические свойства сплава, толщины и протяженности стенок отливки, теплофизических свойств материала формы и ее начальной температуры и т.д. Для обеспечения заполняемости форм при изготовлении отливок достаточно перегреть расплав на $30-60^{\circ}\text{C}$, а при изготовлении тонкостенных стальных отливок перегрев увеличивают до 100°C . Для получения не крупной (500×210) отливки, по массе относящейся к средним отливкам (59,5 кг.) и по сложности относящейся к группе 1, из чугуна СЧ 20 температура заливки с учетом перегрева будет равна $(1405^{\circ} - 1425^{\circ}\text{C}) + 70^{\circ}\text{C}$, таким образом в состав формовочных и стержневых смесей достаточно введения кварцевых песков с их огнеупорностью равной $1450^{\circ} - 1480^{\circ}\text{C}$.

По зерновому составу кварцевый песок, для получения чугунных отливок, должен быть крупный.

Охлаждение отливки должно быть оптимальное, т.к. преждевременная выбивка ведет за собой получение отливок с нарушением геометрии отливки или к развитию напряжений в отливке, иногда а развитию трещин. Длительное охлаждение – нецелесообразно с экономической точки зрения, удлиняет технологический цикл изготовления отливки. Чугунные отливки рекомендуется охлаждать в форме до 500 – 700⁰С.

После охлаждения отливки идет выбивка. Процесс выбивки отливок заключается в том, что затвердевшая и охладившаяся до заданной температуры отливка извлекается из формы. Форму разрушают и из отливки удаляют стержень. Для выбивки чаще всего используют эксцентриковые или инерционные решетки. Данный процесс наиболее трудоемкий и тяжелый, т.к. из формы выделяется большое количество теплоты, пыли и газа.

Затем идет отделение литника и прибыли. Чугун СЧ 20 не склонен к отпускной хрупкости, не склонен к образованию холодных и горячих трещин, поэтому литники прибыли можно отделять либо на чушколомах, либо резкой на вулканите, либо огневой резкой(газорезкой). Но прибыли в нашем случае не легкоотделимые, поэтому для их отделения подойдет резка на вулканите. Отделение выпоров и наколов происходит, как правило, вручную.

За выбивным отделением идет отделение очистки. Отливка подвергается зачистке от ”облоя” и заусениц по разьему формы на наждачных машинах, и удалению пригара с поверхности отливки на дробеструйных и дробеметных машинах, пескоструйные машины не подходят из-за массы отливки.

2.9. Термическая обработка.

После выбивки отливки подвергаются термической обработке для снятия внутренних напряжений и получения определенной структуры металла и физико-механических свойств. Термическая обработка отливок производится в термических

печах камерного типа с выкатным подом. Емкость одной печи 10 м³. Печи работают на смешанном газе.

Для фасонных отливок из чугуна применяется отжиг и нормализация с высоким отпуском. Цель отжига – устранить внутренние напряжения и улучшить структуру и механические свойства отливок. Нормализация дает измельчение структуры в отливках.

Пройдя термическую обработку, отливки на передаточной тележке подаются на обрубное отделение, где производится обрубка, очистка литников, выпоров, прибылей при помощи пневмозубил и газопламенной резки.

Для механизированной заточки литья используется подвижной манипулятор с наждачным кругом. Для заточки инструмента участок оборудован двумя наждачными станками.

Дефекты литья исправляются непосредственно на участке. Для этой цели предусматривается сварочный аппарат. Готовые отливки проверяются контролером ОТК. После чего готовая продукция отгружается железнодорожным транспортом и автомашинами цехам- потребителям.

2.10. Контроль качества отливки.

Отливки, прошедшие промежуточный контроль на различных этапах технологического процесса, подвергают окончательному контролю для определения их соответствия требованиям стандартов.

Проверка идет по химическому составу, структуре сплава, геометрии отливок, соответствие физико-механическим свойствам и установлению отсутствия поверхностных и внутренних дефектов. В зависимости от назначения и ответственности отливок применяют либо сплошной, либо выборочный контроль.

Соответствие по геометрии устанавливают путем разметки отливок на специальных столах с помощью мерительного инструмента. Выявление идет таких дефектов, как коробление, перекос, подутлость и разностен.

Внутренние дефекты устанавливают неразрушающими методами:

- радиографическая дефектоскопия (глубоко залегающие шлаковые, газовые, усадочные и песчаные раковины, рыхлоты и трещины)
- ультразвуковой контроль (поверхностно залегающие шлаковые, газовые, усадочные и песчаные раковины, рыхлоты и трещины)
- цветовая, люминесцентная и магнитная дефектоскопии – обнаружение дефектов расположенных на поверхности отливки.

Механические свойства определяют испытаниями отдельно изготовленных или прилитых образцов на специальных стендах или машинах.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Определение фактического рабочего времени.

Определение фактического рабочего времени производится по формуле (3.1)

$$T_{\text{факт}} = T_{\text{календ}} - T_{\text{кап.рем}} - T_{\text{тек.пр}} - T_{\text{празд}} - T_{\text{вых}}, \quad (3.1)$$

где $T_{\text{тек.пр}}$ – время текущих простоев, дн.;

$T_{\text{празд}}$ – время праздничных дней, дн.;

$T_{\text{вых}}$ – время выходных дней, дн.;

$T_{\text{календ}}$ – календарное время, дн.;

$T_{\text{кап.рем}}$ – время капитальных ремонтов, дн.;

$$T_{\text{факт}} = 365 - 28 - 17 - 8 - 106 = 204 \text{ дн.} = 4896 \text{ ч.}$$

3.2. Расчет производственной программы.

Фактическая выработка оборудования по проекту составляет 5,72 т/сут.

Годовая выработка определяется по формуле (3.2)

$$\Pi_{\text{год}} = \Pi \cdot T_{\text{факт}} \quad (3.2)$$

где Π – фактическая выработка, т/сут;

$\Pi_{\text{год}}$ – годовая выработка, т/год.

$$\Pi_{\text{год}} = 5,72 \cdot 4896 = 28000 \text{ т/год.}$$

Выработка на одного работающего по проекту определяется по формуле (3.3)

$$P = \frac{V}{n} \quad (3.3)$$

где P – выработка труда, тыс. т/год.;

V – выработка оборудования тыс. т/год.;

n – количество основных рабочих, чел.

$$P = \frac{28}{57} = 0,491 \text{ тыс. т/год.}$$

3.3. Численность трудящихся и расчет заработной платы.

При трехбригадном графике работы (5 дней рабочих 2 дня отдыха) получаем количество рабочих суток в месяце по формуле (3.4)

$$S_{\text{раб.сут}} = \frac{F}{N \cdot K} \quad (3.4)$$

где $S_{\text{раб.сут}}$ - количество рабочих суток;

F - количество календарных дней;

N – рабочий период;

K – рабочие смены периода.

$$S_{\text{раб.сут}} = \frac{31}{1 \cdot 3} = 17 \text{ с.}$$

Количество рабочих часов в месяце определяется по формуле (3.5)

$$S_{\text{раб.ч}} = S_{\text{раб.сут}} \cdot H \quad (3.5)$$

где H – продолжительность рабочей смены в часах

$$S_{\text{раб.ч}} = 17 \cdot 24 = 408 \text{ ч.}$$

Заработная плата начисляется работникам в соответствии с их часовыми тарифными ставками. Часовые тарифные ставки представлены в табл. 3.1

Таблица 3.1

Часовые тарифные ставки

Наименование	Разряд	Количество работников, чел.	Часовая тарифная ставка, руб.
1	2	3	4
Плавильщик	6	4	43,40
Плавильщик	4	5	32,39
Плавильщик	5	4	37,25
Земледел	2	3	26,24
Земледел	3	4	28,82
Формовщик машинной формовки	4	3	32,39
Формовщик машинной формовки	5	3	37,25
Стерженщик	3	3	28,82
Выбивальщик	3	5	28,82
Обрубщик фасонного литья	4	4	32,39
Термист	4	3	32,39

1	2	3	4
Электросварщик ручной сварки	3	1	28,82
Газорезчик	4	3	32,39
Машинист крана	4	7	22,12
Уборщик	2	2	26,24
Мастер	Оклад	5	11000
Старший мастер	Оклад	1	15300
Итого	-	63	

Конечная численность рабочих по разрядам указана в табл. 3.2

Таблица 3.2

Количество рабочих по разрядам, человек.

Наименование	Разряд	Количество рабочих
Плавильщик	6	5
Плавильщик	5	4
Плавильщик	4	6
Земледел	2	4
Земледел	3	5
Формовщик машинной формовки	4	4
Формовщик машинной формовки	5	7
Стерженщик	3	3
Выбивальщик	3	6
Обрубщик фасонного литья	4	5
Термист	4	3
Электросварщик ручной сварки	3	1
Газорезчик	4	3
Машинист крана	4	7
Уборщик	2	3
Итого	-	57

Заработная плата по тарифу в год по разрядам для всех работающих определяется по формуле (3.6)

$$ЗП_T = S_{\text{раб.ч}} \cdot T_{\text{ч}} \cdot n \cdot 12 \quad (3.6)$$

где $ЗП_T$ – заработная плата по тарифу;

$S_{\text{раб.ч}}$ – количество рабочих часов в месяце, ч;

$T_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

n – количество основных рабочих, чел.;

12 – количество месяцев в году.

Расчет годовой заработной платы по тарифу для всех работающих приведен в табл. 3.3

Таблица 3.3

Годовая заработная плата по тарифу рабочих, руб.

Количество рабочих по разрядам, человек.

Наименование	Разряд	Зарплата по тарифу, руб
Плавильщик	6	84994,56
Плавильщик	4	79290,72
Плавильщик	5	72950,4
Земледел	2	38541,312
Земледел	3	56441,088
Формовщик машинной формовки	4	47574,432
Формовщик машинной формовки	5	54712,8
Стерженщик	3	42330,816
Выбивальщик	3	70551,36
Обрубщик фасонного литья	4	63432,576
Термист	4	47574,432
Электросварщик ручной сварки	3	14110,272
Газорезчик	4	47574,432
Машинист крана	4	75809,664
Уборщик	2	25694,208
Итого	-	821583,07

Производственная премия в год определяется по формуле (3.7)

$$\Pi_{\text{прем}} = 3\Pi_{\text{т}} \cdot 0,4 \quad (3.7)$$

Расчет производственной премии за год приведен в табл. 3.4

Таблица 3.4

Производственная премия в год, руб.

Наименование	Разряд	Производственная премия в год, руб.
Плавильщик	6	33997,82
Плавильщик	4	31716,29
Плавильщик	5	29180,16
Земледел	2	15416,52
Земледел	3	22576,44
Формовщик машинной формовки	4	19029,77
Формовщик машинной формовки	5	21885,12
Стерженщик	3	16932,33
Выбивальщик	3	28220,54
Обрубщик фасонного литья	4	25373,03
Термист	4	19029,77
Электросварщик ручной сварки	3	5644,109
Газорезчик	4	19029,77
Машинист крана	4	30323,87
Уборщик	2	10277,68
Итого	-	328633,2

Производственная премия за экономию в год определяется по формуле. (3.8)

$$П_{\text{экон}} = 3П_{\text{т}} \cdot 0,3 \quad (3.8)$$

Годовая производственная премия за экономию указана в табл. 3.5

Таблица 3.5

Годовая производственная премия за экономию, руб.

Наименование	Разряд	Годовая производственная премия за экономию, руб.
1	2	3
Плавильщик	6	25498,37
Плавильщик	4	23787,22
Плавильщик	5	21885,12
Земледел	2	11562,39
Земледел	3	16932,33
Формовщик машинной формовки	4	14272,33

1	2	3
Формовщик машинной формовки	5	16413,84
Стерженщик	3	12699,24
Выбивальщик	3	21165,41
Обрубщик фасонного литья	4	19029,77
Термист	4	14272,33
Электросварщик ручной сварки	3	4233,082
Газорезчик	4	14272,33
Машинист крана	4	22742,9
Уборщик	2	7708,262
Итого	-	246474,9

Доплата за переработку графика и за работу в праздничные дни в год определяется по формуле (3.9)

$$Д = 3П_{\text{т}} \cdot 0,08 + 3П_{\text{т}} \cdot 0,06 \quad (3.9)$$

Расчет доплаты за переработку графика и за работу в праздничные дни приведен в табл. 3.6

Таблица 3.6

Доплаты за переработку графика и за работу в праздничные дни в год.

Наименование	Разряд	Доплаты за переработку, руб.
Плавильщик	6	11899,24
Плавильщик	4	11100,7
Плавильщик	5	10213,06
Земледел	2	5395,784
Земледел	3	7901,752
Формовщик машинной формовки	4	6660,42
Формовщик машинной формовки	5	7659,792
Стерженщик	3	5926,314
Выбивальщик	3	9877,19
Обрубщик фасонного литья	4	8880,561
Термист	4	6660,42
Электросварщик ручной сварки	3	1975,438
Газорезчик	4	6660,42
Машинист крана	4	10613,35
Уборщик	2	3597,189
Итого	-	115021,6

Основная годовая заработная плата определяется по формуле (3.10)

$$ЗП_{\text{осн}} = ЗП_{\text{т}} + П_{\text{прем}} + П_{\text{экон}} + Д \quad (3.10)$$

Расчет основной годовой заработной платы приведен в табл. 3.7

Таблица 3.7

Основная годовая заработная плата.

Наименование	Разряд	Сумма, руб.
Плавильщик	6	156390
Плавильщик	4	145894,9
Плавильщик	5	134228,7
Земледел	2	70916,01
Земледел	3	103851,6
Формовщик машинной формовки	4	87536,95
Формовщик машинной формовки	5	100671,6
Стерженщик	3	77888,7
Выбивальщик	3	129814,5
Обрубщик фасонного литья	4	116715,9
Термист	4	87536,95
Электросварщик ручной сварки	3	25962,9
Газорезчик	4	87536,95
Машинист крана	4	139489,8
Уборщик	2	47277,34
Итого	-	1511713

Районный коэффициент определяется по формуле (3.11)

$$K_{\text{район}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot 0,15 \quad (3.11)$$

Расчет районного коэффициента приведен в табл. 3.8

Таблица 3.8

Расчет районного коэффициента

Наименование	Разряд	Районный коэффициент, руб.
1	2	3
Плавильщик	6	23458,5
Плавильщик	4	21884,24
Плавильщик	5	20134,31

1	2	3
Земледел	2	10637,4
Земледел	3	15577,74
Формовщик машинной формовки	4	13130,54
Формовщик машинной формовки	5	15100,73
Стерженщик	3	11683,31
Выбивальщик	3	19472,18
Обрубщик фасонного литья	4	17507,39
Термист	4	13130,54
Электросварщик ручной сварки	3	3894,435
Газорезчик	4	13130,54
Машинист крана	4	20923,47
Уборщик	2	7091,601
Итого	-	226756,9

Фонд заработной платы рабочих определяется по формуле (3.12)

$$\text{ФЗП} = 3\text{П}_{\text{ОСН}} + K_{\text{район}} \quad (3.12)$$

Расчет фонда заработной платы рабочих приведен в табл. 3.9

Таблица 3.9

Фонд заработной платы рабочих, руб.

Наименование	Разряд	Сумма, руб.
Плавильщик	6	179848,5
Плавильщик	4	167779,2
Плавильщик	5	154363
Земледел	2	81553,42
Земледел	3	119429,3
Формовщик машинной формовки	4	100667,5
Формовщик машинной формовки	5	115772,3
Стерженщик	3	89572,01
Выбивальщик	3	149286,7
Обрубщик фасонного литья	4	134223,3
Термист	4	100667,5
Электросварщик ручной сварки	3	29857,34
Газорезчик	4	100667,5
Машинист крана	4	160413,2
Уборщик	2	54368,94
Итого	-	1738470

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле (3.13)

$$O_{\phi} = \Phi ЗП \cdot 0,26 \quad (3.13)$$

Расчет суммы отчислений во внебюджетные фонды приведен в табл. 3.10

Таблица 3.10

Отчисления во внебюджетные фонды, руб.

Наименование	Разряд	Отчисления во внебюджетные фонды, руб.
Плавильщик	6	46760,61
Плавильщик	4	43622,58
Плавильщик	5	40134,39
Земледел	2	21203,89
Земледел	3	31051,63
Формовщик машинной формовки	4	26173,55
Формовщик машинной формовки	5	30100,79
Стерженщик	3	23288,72
Выбивальщик	3	38814,54
Обрубщик фасонного литья	4	34898,07
Термист	4	26173,55
Электросварщик ручной сварки	3	7762,907
Газорезчик	4	26173,55
Машинист крана	4	41707,44
Уборщик	2	14135,93
Итого	-	452002,1

Среднегодовая заработная плата определяется по формуле (3.14)

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{\Phi ЗП}{n} \quad (3.14)$$

где $ЗП_{\text{ср}}$ - среднегодовая заработная плата, руб.;

$\Phi ЗП$ – фонд заработной платы, руб.;

n – численность рабочего персонала.

$$ЗП_{\text{ср}} = \frac{1738470}{57} = 30499,5 \text{ руб.}$$

3.4. Расчет себестоимости продукции.

Себестоимость 1 т литья приведена в табл. 3.11.

Калькуляция себестоимости 1 т годного литья

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
1. Сырье и материалы	1016,60
2. Топливо, энергия	423,38
3. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих	62,088
4. Амортизационные отчисления	67,31
5. Единый социальный налог 26%	16,14
6. Общепроизводственные расходы 250%	155,22
7. Общехозяйственные расходы 310%	192,47
ИТОГО производственная себестоимость	1 865,91
8. Коммерческие расходы 420%	260,77
ИТОГО полная себестоимость	2 126,68

3.5. Расчет прибыли.

Расчет прибыли осуществляется по формуле (3.17)

$$\Pi = (\Pi - C_c) \cdot V \quad (3.17)$$

где Π – прибыль, млн. руб./ год;

Π – оптовая цена стали тыс. руб./т;

C_c - себестоимость стали тыс. руб./т;

V – объем производства, т/год.

Оптовая цена за 1 т стали составляет 36552 руб.

Прибыль составила (млн. руб. /год)

$$\Pi = (2600 - 2126,68) \cdot 28000 = 132346915,8 \text{ руб.}$$

3.6. Расчет рентабельности продукции.

Расчет рентабельности продукции осуществляется по формуле (3.23)

$$R = \frac{\Pi}{C_c \cdot V} \quad (3.18)$$

где R-рентабельности продукции, %;

Π – прибыль, млн. руб./год;

V – объем производства, т/год;

C_c – себестоимость 1 т стали, тыс. руб./т;

$$R = \frac{132346915,8}{2126,68 \cdot 28000} = 2,22 \%$$

4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Литейное производство относится к числу производств, которое оказывает отрицательное воздействие на организм работников и окружающую среду. В литейном цехе на здоровье работников отрицательно влияют условия труда, которые характеризуются такими опасными факторами, как: пыль, шум, вибрация, микроклимат, пониженная освещенность, электроопасность, пожароопасность. Эти факторы приводят к различного рода заболеваниям и травмам и, как следствие, к ухудшению здоровья и снижению трудоспособности. Поэтому, одной из основных задач, которые необходимо решать при реконструкции цеха, является обеспечение безопасности труда работников.

Условия работы в цехе характеризуются различными опасными и вредными факторами, которые оказывают на организм работников отрицательное воздействие.

4.1. Производственная санитария.

4.1.1. Краткая характеристика зданий, состояние вентиляции.

Объем производственных помещений на каждого работающего должен быть не менее 15 м^3 , а площадь не менее $4,5\text{ м}^2$, что фактически составляет 34 м^2 при высоте от пола до потолка не менее $3,2\text{ м}$ и определены «Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий» СН 245–71 и «Инструкцией по санитарному содержанию помещений и оборудования производственных предприятий» № 658-66.

Основные опасные и вредные производственные факторы, присутствующие в литейном цехе:

- движущиеся машины и механизмы (грузоподъемные краны, передаточные тележки, ленточные транспортеры, элеваторы, пескометы);
- транспортировка жидкого металла с помощью мостовых кранов и разливка жидкого металла из стопорных ковшей;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- локальная и общая вибрация выше предельно допустимых норм;

- повышенный уровень шума на рабочих местах;
- повышенная температура воздуха рабочей зоны;
- пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- тепловое излучение, превышающее предельно допустимые нормы;
- недостаточная освещенность.

Для безопасного перехода людей, в здании фасонно-литейного цеха установлены лестницы и переходные мостики, имеющие рифленый настил и оборудованные перилами. Ширина пешеходных переходов 1,5 м, к рабочим местам 1,1 м.

Проемы в перекрытиях для подъема технологических грузов с первого этажа на второй, ограждены перилами высотой не менее 1,1 м.

У основания формовочных машин в местах, где неизбежно просыпание смеси, предусмотрены траншеи, перекрытые металлическими решетками.

Вентиляторы, служащие для сжатия и перемещения воздуха, имеют предохранительные сетки на всасывающем отверстии. Лопасти осевых вентиляторов ограждены с передней и задней стороны сеткой. Размеры ячеек на сетках не более 15×15 мм.

Камерные сушильные печи имеют ограждение из сетки, за исключением мест загрузки и выгрузки форм и стержней.

При выполнении ремонтных работ на оборудовании, применяют переносные ограждения опасных зон, на которых вывешиваются предупреждающие плакаты ("Не включать! Работают люди").

В фасонно-литейном цехе применяется естественная и искусственная вентиляция. Воздухообмен внутри цеха обеспечивается естественной вентиляцией (аэрацией). Высокая эффективность аэрации объясняется возможностью пропустить через цех большое количество свежего воздуха чего практически невозможно добиться принудительной вентиляцией. При аэрации на участок стального литья наружный воздух (приток) поступает в здание через проемы и отверстия в нижней части стен и удаляется из помещения через проемы в светоаэрационных фонарях.

В формовочных отделениях применяют механическую приточную вентиляцию, которая сочетается с естественной, осуществляемой через фрамуги фонарей на

крыше и оконные проемы. Общий механический приток воздуха сосредоточивают на участках формовки и сборки форм, на смежных участках заливки и выбивки форм устраивают местную механическую вытяжную вентиляцию и воздушное душирование. В отделениях формовки, изолированных от участков заливки и выбивки форм, обеспечивают механический приток воздуха на рабочие места сверху вниз под углом 20—30° к горизонту со скоростью до 10 м/с. Рукавный фильтр ФРКИ-360 – от отжигательных и сушильных печей устраивается в тех случаях, когда необходимо уловить нагретый или загрязненный воздух непосредственно у места образования вредных выделений или выхода их в окружающую среду.

4.1.2. Микроклимат.

Создание здоровых условий труда в формовочных отделениях обеспечивается комплексом санитарно-технических, профилактических и организационных мероприятий, характеристика которых приводится ниже.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах. Показатели микроклимата воздуха в рабочей зоне цеха представлены в табл. 4.1

Таблица 4.1

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах
литейного цеха

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха %	Скорость движения воздуха, м /с	
		Диапазон ниже оптим. величин	Диапазон выше оптим. величин			Для диапазона Т воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона Т воздуха выше оптимальных величин, не более
Холод - ный	26 (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
Теплый	26 (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5

Во всех помещениях в период отопительного сезона обеспечена температура воздуха в соответствии с действующими санитарными нормами, за исключением отделения изготовления и хранения моделей, где технологическим процессом устанавливается температура в пределах 15 - 25 град. С в любое время года.

Фактические значения микроклимата в теплое время года температура воздуха 25 °С, относительная влажность воздуха 43%, скорость движения воздуха 0,1 м /с. Фактические значения микроклимата в холодное время года температура воздуха 19 °С, относительная влажность воздуха 44%, скорость движения воздуха 0,1 м /с.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

При обеспечении допустимых величин микроклимата на рабочих местах: перепад температуры воздуха по горизонтали, а также её изменения в течение смены не должен превышать (при категориях работ 2б) 5°С.

В производственных помещениях литейного цеха, где невозможно установить допустимые величины микроклимата, необходимо предусматривать мероприятия по защите работающих от возможного перегрева и охлаждения.

Кроме того, установлены питьевые точки с охлажденной водой (0,5% подсоленная, газированная вода). Рабочие снабжаются спецодеждой и СИЗ (суконные куртки, брюки, шляпы, рукавицы, защитные щитки, светофильтры).

Для обеспечения нормального теплового режима в зоне работы электропечей применяем местное, воздушное душирование. Дополнительно, для защиты от высоких температур сталевара, предлагаю:

- установить защитные экраны из жаропрочного стекла (сталенита);

Для защиты от низких температур в холодный период года предлагаю:

- установить воздушные завесы (для отсечения холодного воздуха при открывании ворот и дверей, и защиты от сквозняков);
- установить калориферы для обогрева теплым воздухом.

При работе сушильных и термических печей, стенда для сушки ковшей в воздух цеха выделяются продукты горения (угарный газ) для их удаления устанавливается местная вытяжная вентиляция.

Над сушильными печами устанавливаю фильтр рукавный, каркасный с импульсной продувкой типа ФРКИ–360. При эксплуатации рукавных фильтров нужно ежедневно проверять исправность рукавов, сделанных из ткани и их креплений, а также следить за своевременной очисткой бункеров-сборников пыли. Не допускать работу фильтра при неработающем механизме очистки. Необходимо также следить за исправностью блокировок люка.

За плавильными печами необходимо установить систему газоочистки (газопромыватель УЭЧМ), для снижения количества вредных веществ, выделяемых в воздух производственных помещений.

Воздухозаборные устройства приточной вентиляции устанавливаются снаружи здания, в тех местах, где содержание вредных веществ минимально.

В холодный период года на въездных воротах цеха устроены тепловоздушные завесы постоянного действия.

4.1.3. Запыленность, загазованность рабочих мест.

Производственная пыль оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека, раздражая слизистые оболочки дыхательных путей и оседая в легких, а также отрицательно влияет на органы зрения, слуха и кожные покровы человека.

В формовочных отделениях используют увлажненные смеси, что значительно снижает запыленность воздуха рабочих зон. Для уменьшения пылеобразования на сборочных участках обдувку сжатым воздухом заменяют отсосом пыли из полостей форм пылесосами, пульверизационную окраску рабочих поверхностей литейных форм заменяют окраской кистями.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 22.5.686-98 «Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны» и представлены в табл. 4.2.

Санитарно – гигиеническими нормами установлены предельно-допустимые концентрации для различных видов пыли в мг/м^3 в зависимости от токсичности и силикозоопасности (т.е. способности вызывать отклонения в состоянии здоровья у людей) и выражается в мг/м^3

Таблица 4.2.

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ
в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³	Фактич., мг/м ³
Кремнийсодержащая пыль:	4,0	0,9
– кремний диоксид кристаллический при содержании его в пыли 2-10%;	2,0	0,5
– кремний диоксид кристаллический при содержании его в пыли 10-70%		
Железо триоксид	6,0	3,5
Сера диоксид	10,0	5,5
Углерод оксид	20,0	7,3
Диванадий пентоксид	0,5	0,3
Марганца оксиды	0,3	0,12
Азота оксиды	5,0	0,66

Основными методами борьбы с пылью в литейном цехе являются:

- механизация технологических процессов (изготовление форм и стержней на формовочных машинах);
- герметизация и аспирация всех пылевыводящих мест (смешивающих бегунов, выбивной решетки, элеваторов, ленточных транспортеров);
- регулярное увлажнение водой (формовочного плаца, при извлечении отливок из формы на выбивной решетке);
- эффективная работа вентиляции (применение естественной и искусственной вентиляции);
- применение работниками средств индивидуальной защиты органов дыхания (респираторов типа ШБ-1 согласно ГОСТ 12.4.028-76).

У основания формовочных машин в местах, где неизбежно просыпание смеси, предусмотрены траншеи, перекрытые металлическими решетками.

Выбивная решетка ограждена сплошным предохранительным кожухом, облицованным звукопоглощающими материалами, легко очищаемыми от грязи.

4.1.4. Шум, вибрация.

Шум – совокупность звуков различной частоты и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих неприятное объективное ощущение. Основными источниками производственного шума в формовочных отделениях являются пневматические встряхивающие машины. Для снижения уровня шума используют виброизолирующие фундаменты, заменяют пневматические приводы формовочных и других машин гидравлическими и пневмогидравлическими, выхлопные клапаны пневматических приводов выводят за пределы цеха, встраивают в формовочные машины амортизирующие и звукогасящие прокладки, глушители и амортизаторы.

Запрещается даже кратковременное пребывание в зонах с октавными уровнями звукового давления свыше 135 дБА в любой октавной полосе. Параметры вибрации на рабочих местах не должны превышать допустимых ГОСТ 12.1.012 величин.

На участке, где имеются производства с эквивалентными уровнями шума более 85 дБА, должны быть предусмотрены комнаты отдыха с уровнем шума не более 40 дБА. Источниками шума, превышающими допустимую величину в цехе, является следующее оборудование: формовочные машины, выбивная решетка; электродуговые печи; галтовочный барабан.

Действительное значение уровня звука, создаваемое оборудованием, составляет 95 дБА.

Для предупреждения вредного воздействия шума на человека в литейном цехе выполняются следующие мероприятия:

- установка машин, при работе которых возникают значительные вибрации, на первом этаже здания на самостоятельном фундаменте;
- увеличение массы фундаментов вибрирующего оборудования;
- устройство акустических разрывов и акустических швов вокруг фундаментов вибрирующего оборудования;
- укладка виброизоляционных материалов под станины машин, устанавливаемых на междуэтажном перекрытии;

- формовочные встряхивающие машины установлены на виброизолированные фундаменты и снабжены устройством амортизации ударов;
- кожух выбивной решетки имеет внутреннюю облицовку из звукопоглощающих материалов;
- выполнена звукоизоляция стенок дробеметного барабана (установлен металлический кожух);
- применение работниками средств индивидуальной защиты органов слуха (наушники, шлемы, вкладыши из различных материалов типа «Беруши»).

Гигиенические нормы вибрации, воздействующей на человека, определены санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Для снижения воздействия вибрации на человека в литейном цехе выполняются следующие мероприятия:

- установлены формовочные встряхивающие машины, выбивная решетка на отдельный виброизолирующий фундамент;
- на формовочных машинах установлены амортизаторы и виброгасящие прокладки;
- при работе с ручным пневмоинструментом (пневмомолотками, пневмотрамбовками) обязательно используются средства индивидуальной защиты (виброзащитные рукавицы, виброзащитная обувь);
- разработан специальный режим работы с ручным пневмоинструментом (включает регламентированные перерывы через определенное время, массаж рук).

В настоящее время при существующей технологии изготовления отливок набивка формы производится вручную при помощи пневмотрамбовок.

При внедрении предложенной реконструкции набивку форм полностью механизуем с установкой формовочной машины 22114, что позволит уменьшить трудоемкость процесса.

Предельно допустимые и фактические значения уровня вибрации для формовщиков ручной и машинной формовки показаны в табл. 4.3. и табл. 4.4.

Таблица 4.3

Предельно допустимые и фактические значения уровня вибрации для
формовщика ручной формовки

Место проведения измерений (участок, рабочее место)	Октавная частота, 33,5 Гц	Основные источники вибрации
	Значение виброскорости, дБ	
Предельно допустимые значения СН 2.2.4/2.1.8.566-96	109	Пневмоинструмент
Фактическое значение на ручной формовке	97	

Таблица 4.4

Предельно допустимые и фактические значения уровня вибрации для
формовщика машинной формовки

Место проведения измерений (участок, рабочее место)	Октавная частота, 31,5 Гц	Основные источники вибрации
	Значение виброскорости, дБ	
Предельно допустимые значения СН 2.2.4/2.1.8.566-96	101	Формовочная машина 22114
Фактическое значение на машинной формовке	84	

Основными источниками производственного шума в формовочных отделениях являются пневматические встряхивающие машины. Для снижения уровня шума используют виброизолирующие фундаменты, заменяют пневматические приводы формовочных и других машин гидравлическими и пневмогидравлическими, выхлопные клапаны пневматических приводов выводят за пределы цеха, встраивают в формовочные машины, амортизирующие и звукогасящие прокладки, глушители и амортизаторы.

4.1.5. Излучения.

На участке расположено такое оборудование, как сушильные и отжигательные печи, которые являются источниками теплового излучения. На рабочем месте сталеваров интенсивность теплового излучения фактически составляет 2142 Вт/м² при норме не более 140 Вт/м².

Для защиты рабочих от теплового излучения принимается ряд мер:

- двери сушильных печей дополнительно футеруются огнеупорных теплоизоляционным кирпичом;
- на участке электропечей организована дополнительная вентиляция;
- применено воздушное душирование.

Дополнительно предлагаю установить защитные экраны из жаропрочного стекла (сталенита), что позволит значительно уменьшить тепловой поток, действующий на сталевара. Значительно уменьшает теплоизлучение и поступление лучистой и конвекционной теплоты в рабочую зону вентиляция.

4.1.6. Освещение.

Освещение является одним из важнейших производственных условий работы. От освещения зависит утомление работающего, производительность труда, его безопасность. В соответствии со СНиП 23–05–95 освещение должно обеспечивать: санитарные нормы освещенности на рабочих местах; равномерную яркость, отсутствие резких теней и блескости; постоянство освещенности во времени и правильность направления светового потока.

В фасонно–литейном цехе зададимся двумя видами освещения – естественным (комбинированное) и искусственным. Естественное освещение характерно для светового времени суток при работе в помещениях, в которых имеются проемы в наружных стенах здания (боковое) и световые фонари в крышах зданий (верхнее). В цехе также предусмотрена система аварийного освещения, выполненная с независимым источником питания и автоматическим переключением на него при аварии, которое составляет, пять процентов от нормы освещенности.

Искусственное освещение может быть двух систем – общее освещение и комбинированное. Применяется искусственное освещение в вечернее и ночное время суток, а также в дневное время в тех местах, где недостаточно естественного освещения. Минимальная нормируемая освещенность (Е) в литейном цехе, принимаемая по СНиП 23-05-95 для категории зрительных работ III б (у формовщика) равна 200 лк.

Произведем расчет искусственного освещения. Определим требуемый световой поток ламп, обеспечивающего оптимальные условия труда при выполнении зрительных работ формовщика.

Определим высоту подвеса светильников над расчетной поверхностью по формуле (4.1).

$$H_p = H - h_n - h_c, \quad (4.1)$$

где H – высота помещения, м;

h_n – высота расчетной поверхности, м;

h_c – свес, м.

Высота помещений в цехе 15 м. Высоту расчетной поверхности принимаем равной 0,9 м.

$$H_p = 15 - 0,9 - 0,6 = 13,5 \text{ м}$$

Расчет освещенности производим по световому потоку. Определяем индекс площадки по формуле (4.2).

$$\varphi = \frac{S}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (4.2)$$

где S – площадь участка стального литья, м²;

A – длина участка стального литья, м;

B – ширина участка, м.

$$\varphi = \frac{2772}{13,5 \cdot (132 + 21)} = 1,3$$

Определяем требуемое количество светильников по формуле (4.3).

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\nu \cdot n \cdot \Phi_{\text{л}}}, \quad (4.3)$$

где E – требуемая освещенность горизонтальной плоскости, лк; $E=200$ лк;

ν – коэффициент использования осветительной установки; $\nu=0,5$;

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм; для ламп ДРЛ–250 $\Phi_{\text{л}}=11000$ лм;

K_3 – коэффициент запаса, $K_3=1,5$ (для газоразрядных ламп);

n – число ламп в одном светильнике, шт.

$$N = \frac{200 \cdot 2772 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{0,5 \cdot 1 \cdot 11000} = 166 \text{ шт.}$$

Для освещения участка выбираем лампы типа ДРЛ–250 (дуговые, ртутные) мощностью 250 Вт, в количестве 166 штук.

4.2. Техника безопасности.

Большое значение для предупреждения несчастных случаев и заболеваний имеет разработка инструкций по охране труда.

Эти инструкции разработаны для каждой профессии и утверждены администрацией предприятия.

К работе в фасонно-литейном цехе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, инструктаж по охране труда и технике безопасности на рабочем месте, производственное обучение и проверку знаний инструкций согласно программам инструктажа по профессиям, правил технической эксплуатации механического оборудования в части, касающейся механизмов, обслуживаемых трудящимися данной профессии. После проверки знаний рабочий допускается к самостоятельной работе письменным распоряжением начальника цеха.

Работающие в цехе обязаны выполнять работу в исправной спецодежде, выдаваемой согласно действующим нормам выдачи бесплатной спецодежды с применением средств индивидуальной защиты для предотвращения травмирования персонала и исключения случаев отравлений и профзаболеваний.

Спецодежда и средства индивидуальной защиты для конкретных профессий рабочих представлены в табл. 4.6

Таблица 4.6

Спецодежда и средства индивидуальной защиты

Профессия	Спецодежда и средства индивидуальной защиты	ГОСТ, ОСТ, ТУ
Формовщик, стерженщик	Костюм х/б	12.4.109-82
	Рукавицы комбинированные	12.4.010-75

	Ботинки с металлическим носком	12.4.164-85
	Респиратор ШБ-1	12.4.028-76
	Очки защитные	12.4.013-83
	Беруши	ТУ-01-0636-80
	Каска защитная	ТУ 6-19-186-81

Травмы могут быть вызваны также невнимательностью рабочих и нарушением ими правил техники безопасности. Например, рабочий должен следить, чтобы его рука или нога не оказалась в опасной зоне работающих машин: между полуформой и прессовой колодкой, между встряхивающим и перекидным столом и другими частями машины. Рабочий должен строго соблюдать очередность выполнения действий по управлению машиной, так как, например, при включении прессового механизма до установки в рабочее положение траверсы рабочий может получить травму выброшенным из цилиндра поршнем. Более тяжелые травмы рабочих могут иметь место при включении механизмов переворота или перекидывания стола без закрепления на них полуформы.

Формовочные машины должны иметь блокировки, не допускающие начало работы на данной позиции до тех пор, пока соответствующие элементы механизмов не будут находиться в фиксированном исходном положении, а также не допускающие нарушения последовательности технологических операций.

Команды управления должны совпадать с программным ходом операций.

Последующие технологические операции должны запускаться только после завершения предыдущих. Аварийные команды и исчезновение напряжения в сети не должны приводить к опасным состояниям системы в целом.

Машины модели 22114 с поворотными и перекидными столами должны обеспечивать:

- надежное и удобное крепление модельных плит, стержневых ящиков и опок к столам;
- постоянство усилия прижатия стержневых ящиков (опок) при прекращении подачи электроэнергии (воздуха) или при неожиданной остановке машины;

- удержание от самопроизвольного поворота узлов машины под действием веса стержневых ящиков (опок).

Требования безопасности труда для лиц, работающих на формовочных машинах (выписка из инструкции по технике безопасности, действующей на участке стального литья).

Перед началом работы:

- осмотреть состояние формовочной машины совместно с формовщиком, сдающим смену (проверить комплектность, чистоту оборудования); получить бирку на право управления формовочной машиной;
- осмотреть настил вокруг машины;
- проверить крепление координатной плиты к столу формовочной машины;
- подключить к машине сжатый воздух;
- опробовать работу машины на холостом ходу;
- осмотреть стержневые ящики и модели.

Во время работы:

- следить за исправностью всех узлов и механизмов в процессе работы;
- добавку и разравнивание формовочной смеси производить только при полной остановке машины;
- для отделки формы опоки устанавливать на специальные подкладки или ровный плац.

По окончании работы:

- отключить формовочную машину от воздуха;
- очистить машину от остатков формовочной смеси, имея при себе ключ-бирку;
- передать ключ-бирку принимающему смену формовщику;
- о замечаниях по работе сообщить мастеру.

4.3. Электробезопасность.

По степени опасности поражения людей электрическим током ФЛЦ относится к помещениям 3 класса. Все электрооборудование на участке соответствует «Правилам устройства электроустановок» и действующим ГОСТом 12.1.019-88, а

его эксплуатация – «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей». Кроме того, выполняются указания по безопасному обслуживанию, имеющиеся в инструкциях заводов-изготовителей. Допуск к работе на электрооборудовании разрешается только после сдачи экзамена на знание инструкций по эксплуатации и правилам техники безопасности.

Безопасность эксплуатации оборудования обеспечивается рядом основных требований, таких как: надежная изоляция проводов; защита их от механического повреждения; применение защитных ограждений; заземление оборудования и его элементов. Присоединение и отключение от сети оборудования, а также наблюдение за их исправностью проводится электротехническим персоналом данного цеха.

Для уменьшения риска поражения током используется защитное заземление.

Присоединение заземляющих проводников к корпусам заземляемого оборудования должно быть выполнено сваркой, либо надежным болтовым соединением. Сопротивление защитного заземления должно составлять 4 Ом, а сопротивление изоляции 1 кОм на каждый вольт напряжения установки.

Правила по защите персонала от поражения электрическим током регламентируются в положении ПОТ РО-14000-002-98. В производственном оборудовании должны применяться:

- изоляция (рабочая, дополнительная, двойная, усиленная) токоведущих частей.
- средства индивидуальной защиты персонала (диэлектрические перчатки, резиновые коврики).
- низкое напряжение в электрических цепях (42 В и в особо опасных случаях - не выше 12 В).
- защитное заземление металлических частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением при нарушении изоляции и по другим причинам.
- элементы, отключающие оборудование от сети в случаях, когда доступные для прикосновения части оборудования оказываются под напряжением.
- блокировки для предотвращения ошибочных действий и операций или для остановки оборудования в аварийных ситуациях.

- предупредительные сигналы, плакаты: «Не включать. Работают люди!», «Под напряжением!», «Стой! Опасно для жизни», надписи, таблички должны применяться в производственном оборудовании для указания на: включенное состояние оборудования; наличие напряжения; пробой изоляции; режим работы оборудования; запрет доступа внутрь оборудования без принятия соответствующих мер; повышение температуры отдельных систем и частей оборудования; действие устройств защиты и т.д.

4.4. Пожарная безопасность.

Фасонно-литейный цех относится к зданиям пожарной категории Г, как производство, связанное с применением материалов в горючем, раскаленном и расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и в котором газообразные вещества используются в качестве топлива.

В соответствии со СНиП 2.01.02–85 здание производственного корпуса цеха отнесено ко 2 степени огнестойкости.

На участке стального литья применяются средства пожаротушения, регламентируемые ГОСТ 12.4.009–75, среди которых:

- пожарные гидранты, к которым при пожаре присоединяются гибкие рукава;
- огнетушитель ручной пенный ОХП–10, вместимостью 10 л. 5 шт.;
- огнетушитель ручной углекислотный, ОУ–2 предназначенный для тушения электрооборудования –4 шт.;
- ящики с песком – 3 шт.

В целях соблюдения мер пожарной безопасности надлежит выполнять следующие правила:

- не допускать загромождения подъездов к зданиям, подступов к средствам пожаротушения (химическим огнетушителям, пожарным кранам, гидрантам);
- не допускать разлив смазочных материалов по цеху, утечку масла с редукторов, подшипников и других частей машин;
- воспрещается курить в пожароопасных местах;

- для тушения пожаров в цехе имеются противопожарный водопровод, пожарные щиты, на которых находятся огнетушители, ящики с песком, топоры, багры, лопаты, ломы;
- в случае пожара или признаков загорания (запах дыма или горящей резины) немедленно сообщить в пожарную команду по телефону 01 или 32–30, членам ДПД, мастеру и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения.

Соблюдение правил пожарной безопасности позволит предотвратить возникновение пожаров.

Пожарная безопасность оборудования должна обеспечиваться как в нормальном режиме работы, так и в аварийном состоянии. Снижение пожарной опасности электротехнических элементов достигается: исключением применения легковоспламеняющихся материалов; ограничением применения горючих материалов (керосина, смазочных материалов, взрывоопасных газов: ацетилена, кислорода, природного газа); конструктивными мерами, предотвращающими или снижающими вероятность пожара и др.

4.5. Безопасность при эксплуатации грузоподъемных машин и механизмов.

В литейном цехе для подъема и транспортирования штучных грузов применяются 3 мостовых электрических крана грузоподъемностью 15 т.

Согласно инструкции «по охране труда для машинистов электрических кранов мостового (козлового) типа ОТИ 0.61-2006»

- Перед началом работы следует проверить вхолостую действие всех механизмов и убедиться в исправности их работы; проверить работу храповых устройств в механизмах главного подъема, в случае прощелкивания «собачек» произвести регулирование тормозов.
- Перед подъемом ковша с жидким металлом убедиться в правильном и надежном подхвате цапф ковша крюками.
- При подъеме ковша с металлом проверить тормоз механизма подъема, сначала поднять ковш на 200-300 мм, задержать его тормозами и опустить, пробуя на весу остановить.

- Транспортировку ковша с жидким металлом производить на скоростях, соответствующих второму положению контроллеров.

- Перед кантовкой разливочного ковша следить за надежным обхватом крюками цапф ковша, а вспомогательным крюком – кантовальной скобы ковша.

Транспортировку и разливку жидкого металла производить плавно во избежание его разбрызгивания, выполняя команды разливщика-стропальщика.

- При образовании на поверхности металла застывшей корки слив металла не производить до устранения корки.

- Запрещается использовать крюки крана для разрушений кладки печи при ее ремонте или продавливания корки в ковше.

- При движении крана вдоль пролета следить, чтобы крюки крана или ковша не задевали за мачты напольных завалочных машин, а ковш не находился над их кабинами.

В случае возникновения аварийных ситуаций необходимо прекратить выполнение работ. Оповестить об опасности окружающих работников. Немедленно сообщить ответственному за содержание кранов в исправном состоянии. Действовать в аварийной ситуации согласно полученных указаний, а также руководствоваться планом ликвидации возможных аварий цеха.

Знать и выполнять мероприятия по безопасному проходу и спуску с крана при вынужденной остановке не у посадочной площадки, в пролете, где крановые пути не оборудованы проходными галереями. Уметь пользоваться средствами пожаротушения. Оказать первую доврачебную помощь пострадавшим.

Подъем и перемещение грузов, выполняемые в технологических целях на участке стального литья, в соответствии с техникой безопасности должны выполняться с соблюдением следующих основных правил:

- к работе допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение о прохождении специального обучения;

- перед началом работы проверяется наличие бирок на оборудовании крана;

- перед подъемом груза необходимо убедиться, что его ничто не держит и не может ни за что зацепиться;

- при подъеме груза, его сначала приподнимают и убедившись, что груз захвачен надежно и устойчиво, продолжают подъем.

Работающий мостовой электрический кран должен подвергаться периодическому техническому переосвидетельствованию: частичному - не реже одного раза в год; полному - не реже одного раза в три года. В ходе освидетельствования производятся статические и динамические испытания. Помимо этого, краны должны быть снабжены конечными выключателями, ограничителями грузоподъемности, звуковой сигнализацией, тормозными и удерживающими устройствами.

Органы аварийного выключения оборудования должны быть красного цвета и по форме должны отличаться от остальных элементов управления, иметь указатели их нахождения, надписи о назначении, быть легко доступными и исключать возможность пуска оборудования до устранения аварийной ситуации.

5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Социально - экономическое развитие современного общества происходит в условиях нарастающего экологического кризиса, вызванного недопустимым усилением антропогенного воздействия на окружающую среду, что привело к резкому ухудшению ее качества и истощению природных ресурсов.

Литейное производство является основным источником, оказывающим вредное воздействие на окружающую среду. Современное металлургическое предприятие - это сложный производственный комплекс, включающий множество разнообразных цехов, а иногда и отдельных заводов, которые могут значительной мере загрязнить водный и воздушный бассейн окружающего района. Избежать этого полностью при существующей технологии невозможно. Поэтому законодательством России предусмотрена санитарная охрана окружающей среды, т.е. система мероприятий, направленных на обеспечение необходимой чистоты водного и воздушного бассейнов и поддержание ее на уровне, безопасном для жизни и здоровья человека.

В настоящее время возможны два направления защиты окружающей среды. Первое направление представляет собой комплекс мероприятий по ограничению вредных выбросов и отходов с их последующей утилизацией.

Второе направление – разработка безотходного производства. Оно заключается в разработке бессточных технологических систем и водооборотных циклов; разработке способов и оборудования для переработки отходов производства и потребления; создании принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов. В настоящее время наиболее реальным является разработка малоотходных технологических процессов.

Обеспыливание литейных цехов – чрезвычайно сложная научно-техническая проблема, обусловленная особенностями производственных процессов и физико-химической характеристикой пыли. Для многих литейных процессов неизбежно

выделение в больших количествах газов и пыли. Предупреждение образования пыли в литейных цехах затрудняется также ее специфическими особенностями, к которым относятся: большая абразивность частиц; наличие мелкодисперсных фракций (требуется многоступенчатая очистка); высокая температура выбрасываемых газов и плохая смачиваемость пыли. В связи с этим необходима высокая надежность пылеулавливающих устройств.

Помимо средств пылеулавливания необходимо совершенствовать как сам технологический процесс, так и отдельные агрегаты, чтобы не допускать поступления пыли в окружающую среду, вести изыскания по применению новых технологических материалов, переработка которых не сопровождалась бы значительным пылевыделением и газовыделением.

5.2. Выбросы вредных веществ.

Для снижения загазованности и запыленности в цехе на электропечи предусматриваю рукавный фильтр марки ФРКИ–360, такие же рукавные фильтры устанавливаем на сушильные и отжигательные печи.

Рукавный фильтр марки ФРКИ–360 является наиболее распространенным типом тканевого фильтра. Главным элементом такого фильтра является рукав, изготовленный из фильтрованной лавсановой ткани. Корпус фильтра разделен на несколько герметизированных камер, в каждой из которых размещено по несколько рукавов. Газ, подлежащий очистке, подводится в нижнюю часть каждой камеры и поступает внутрь рукавов. Фильтруясь через ткань, газ проходит в камеру, откуда через открытый выпускной клапан поступает в газопровод чистого газа. Частицы пыли, содержащиеся в неочищенном газе, оседают на внутренней поверхности рукава, в результате чего сопротивление рукава проходу газа постепенно увеличивается, когда оно достигнет некоторого предельного значения, фильтр переводится в режим регенерации, т.е. рукава освобождаются от осевшей на них пыли. Регенерация осуществляется импульсной продувкой, т.е. струей сжатого воздуха, которая, выходя из сопла в рукав, увлекает за собой очищенный газ и

создает внутри рукава волну повышенного давления. Под действием перепада давления рукава, надетые на проволочные каркасы, раздуваются, деформируя пылевой слой, который отделяется от ткани рукава в виде агломератов.

На выбивную решетку устанавливаем газопромыватель УЭЧМ.

Газопромыватель работает следующим образом. Загрязненные газы поступают в контактное устройство, в котором происходит взаимодействие газового и жидкостного потоков, интенсивность смешения газов с жидкостью регулируется с помощью импеллера, при котором обеспечивается наиболее эффективный захват жидкости газовым потоком и смешение его с газом. Таким образом, достигается максимальная очистка газов от вредных компонентов. Из контактного устройства газожидкостная смесь поступает в каплеуловитель, в котором происходит разделение фаз: очищенный газ сепарируется от капель жидкости и через выходной патрубок выбрасывается в атмосферу. Отделенная от газа жидкость собирается в бункере каплеуловителя по переточному патрубку и направляется в контактное устройство на повторное орошение газа.

Для очистки воздуха от пыли, поступающей с выбивной решетки, устанавливаем газопромыватель, принцип действия которого основан на мокрой очистке запыленного воздуха. Его производительность составляет 30 м³ шлама в месяц.

Характеристика выбросов загрязняющих веществ показана в табл. 5.2

На формовочном участке устанавливаем формовочную пневматическую машину встряхивающее-прессовую без поворота полуформ модель 22114 и пескострельный стержневой полуавтомат 2Б83.

Над формовочным оборудованием устанавливаем циклон ЦН-15-800×2УП, он является наиболее универсальным типом циклонов. Он предназначен для сухой очистки газов, выделяющихся при некоторых технологических процессах (сушке, обжиге, агломерации, сжигании топлива и т.д.), а также аспирационного воздуха в различных отраслях промышленности (черной и цветной металлургии, химической, нефтяной и машиностроительной промышленности, промышленности строительных материалов, энергетике и т.д.).

Характеристика циклона ЦН-15-800× 2УП

Производительность по воздуху м³/ч 11600-13500

Длина, мм 2162

Высота, мм 1614

Ширина, мм 6431

Масса, кг 1747

Допустимая запыленность газа, г/м³:

- для слабослипающихся пылей - не более 1000;

- для среднеслипающихся пылей - 250;

Температура очищаемого газа, °С - не более 400;

Максимальное давление (разрежение), кгс/м² (кПа) - 500 (5);

Коэффициент гидравлического сопротивления:

- для групповых циклонов с «улиткой» - 175;

Оптимальная скорость, м/с:

- в обычных условиях $V_{ц}$ ($V_{вх}$) - 3,5 (16,0);

- при работе с абразивной пылью $V_{ц}$ ($V_{вх}$) - 2,5 (11,4).

ЦН – циклон НИИОгаза; 15 – угол наклона входного патрубка относительно горизонтали (град.); число после тире (800) – внутренний диаметр цилиндрической части циклона (мм); следующая цифра (2) – количество циклонов в группе; У – с камерой очищенного газа в виде «улитки»; П – пирамидальная форма бункера.

Дополнительно для очистки воздуха в цехе предлагаю установить приточно-вытяжную общеобменную вентиляцию.

Установка очистного оборудования, предложенная в дипломном проекте, позволяет значительно снизить содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и выбросов в атмосферу окружающей среды.

Таблица 5.1

Характеристики выбросов загрязняющих веществ

Источник выделения вредных веществ	Наименование газоочистных устройств	Вредное вещество (наименование)	Фактические выбросы в атмосферу окружающей среды		ПДВ с.с., мг/м ³	Расчет платы за загрязнения, руб./год
			Концентрация, г/м ³	Масса М _ф , т/год		
Электропечь	Вытяжной зонд	Ванадия пятиокись	0,0004	0,016	0,300	82,528
		Марганец и соединения	0,0120	0,230	0,001	2357,5
		Никеля оксид	0,0043	0,153	0,530	1568,25
		Диоксид азота	0,0041	0,046	0,085	11,96
		Водород цианистый	0,0001	0,006	0,150	6,15
		Оксид углерода	0,1512	5,308	5,000	15,924
		Взвешенные вещества	0,1727	3,143	0,500	5751,69
Отжигательная, сушильная печи	--	Диоксид азота	0,0170	0,522	0,085	135,72
		Оксид углерода	0,0720	3,000	5,000	9
Бегуны	Циклон ЦН-15	Взвешенные вещества	0,2850	21,884	0,500	40047,72
		Пыль неорган., SiO ₂	0,2530	17,650	0,150	3618,25
Формовочное отделение	--	Взвешенные вещества	0,0140	12,098	0,500	22139,34
		Пыль неорган., SiO ₂	0,0140	10,098	0,150	2070,09
Выбивная решетка	Циклон ЦН-15	Взвешенные вещества	2,4830	140,004	0,500	256207,32
		Пыль неорган., SiO ₂	2,4830	140,004	0,150	28700,82

Таблица 5.2

Характеристики выбросов загрязняющих веществ

Источник выделения вредных веществ	Наименование газоочистных устройств	Вредное вещество (наименование)	Фактические выбросы в атмосферу окружающей среды		ПДВ с.с., мг/м ³	Расчет платы за загрязнение, руб./год
			Концентрация, г/м ³	Масса М _ф , т/год		
Электропечь	Фильтр рукавный ФРКИ-360	Ванадия пятиокись	0,0002	0,014	0,300	72,212
		Марганец и соединения	0,0010	0,210	0,001	2152,5
		Никеля оксид	0,0007	0,147	0,530	1506,75
		Диоксид азота	0,0020	0,031	0,085	8,06
		Водород цианистый	0,0001	0,002	0,150	2,05
		Оксид углерода	0,0756	4,088	5,000	12,264
		Взвешенные вещества	0,0861	3,110	0,500	5691,3
Отжигательная, сушильная печи	Фильтр рукавный ФРКИ-360	Диоксид азота	0,0090	0,331	0,085	86,06
		Оксид углерода	0,0540	1,078	5,000	3,234
Бегуны	Циклон ЦН-15	Взвешенные вещества	0,0467	19,853	0,500	36330,99
		Пыль неорган., SiO ₂	0,0328	16,824	0,150	3448,92
Формовочная и пескострельная	ЦН-15-800×2УП	Взвешенные вещества	0,0065	11,165	0,500	20431,95
		Пыль неорган., SiO ₂	0,0065	10,165	0,150	2083,825
Выбивная решетка	Газопромыватель УЭЧМ	Взвешенные вещества	0,2089	65,152	0,500	119228,16
		Пыль неорган., SiO ₂	0,2089	65,152	0,150	13356,16

5.3. Отходы.

Все отходы литейного производства относятся к веществам IV класса опасности и подразделяются на 3 категории опасности:

I - практически инертные, к которым относятся шлаки черных металлов, огнеупоры, керамика, абразивы, а также отработанные формовочные смеси, где в качестве связующего используются цемент, глина, бентонит;

II - отходы, содержащие биологически окисляемые вещества, к ним относятся отработанные формовочные и стержневые смеси, связующим в которых являются синтетические и природные композиции, а также шламы сточных вод и пылеочистой аппаратуры;

III - отходы, содержащие слаботоксичные, малорастворимые в воде вещества, - это отработанные формовочные и стержневые смеси на основе жидкого стекла, а также смол, отверждаемых соединениями цветных тяжелых металлов, пыль с установок регенерации песков и пылеочистой аппаратуры, галтовочных барабанов, дробеметных и дробеструйных камер вагранок и электропечей, а также шлаки, образующиеся при плавке сплавов цветных металлов.

В фасонно-литейном цехе образуются следующие виды отходов:

На участке стального литья в редукторах (на транспортерах, бегунах, кранах и т.д.), формовочных машинах используется горюче-смазочные материалы. Отработанные масла сливаются в специальный бак, который находится на шихтовом дворе. Затем масло сдается на маслосклад на регенерацию.

Промасленные отходы – ветошь, песок складываются в специальные ящики и вывозятся в шлаковый отвал.

При производстве формовочных и стержневых смесей образуются отработанные песчано-глинистые смеси (отработанные формовочные смеси – 4 класс опасности). Отработанные смеси (80-90%) частично идут в оборот, остальные отправляются в отвал.

При ремонте электропечей, при замене футеровки ковшей образуется огнеупорный лом, который складывается, а затем отгружается на ОГП для вторичного использования.

Мусор от уборки территории вместе с бытовыми отходами в думпках
вывозится на отвал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок из чугунов со специальными свойствами с годовым выпуском 28 тыс. тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления «Корпус редуктора».

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок составила 33930 руб. Что позволяет конкурировать с другими подобными цехами.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксенов П. Н. Оборудование литейных цехов : учеб., для машино-строительных вузов.- изд.2-е, перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1977.- 510 с.
2. Абрамов Г. Г. Справочник молодого литейщика. Литье в песчано-глинистые формы. - М.: Высшая школа, 1991. -26-27 с.
3. Галдин Н. М. Литниковые системы и прибыли для фасонных отливок. - М.: Машиностроение, 1992. -256 с.
4. Кнорре Б. В. Основы проектирования литейных цехов. - М.: Машиностроение, 1979. -370 с.
5. Кузелев М. Я. Справочник рабочего-литейщика / А. А. Скворцов. - М.: Машгиз. 1961. -584 с.
6. Максимов А. М. Литейное производство : учеб. пособие / под ред.А. М. Максимова.- М.: Машиностроение, 1987. -256 с.
7. Матвеев И. В. Оборудование литейных цехов / В. Л. Тарский. - М.: Машиностроение, 1976. -440с.
8. Могилев В. К. Справочник литейщика / О. И. Лев. - М.: Машино-строение, 1988. - 272 с.
9. Титов Н. Д. Технология литейного производства / Ю. А. Степанов. - М.: Машиностроение, 1985. -400 с.
10. Чуркин Б. С. Технология литейного производства: учеб. пособие / под ред. Б. С.Чуркина. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф. - пед. Ун-та, 2000. -662 с.
11. ГОСТ 1412 – 85. Чугун пластинчатый с графитом для отливки. Введ. 24.09.85. М.:Изд-во стандартов